E. Shuyleat

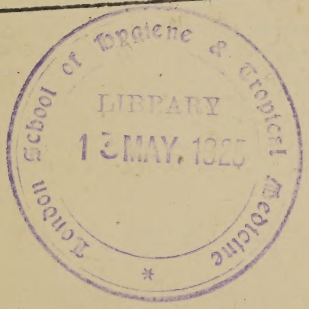
To be returned to

UNIVERSITY OF LONDON LIBRARY DEPOSITORY,

SPRING RISE,

EGHAM,

SURREY.



WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. welMOmec
Call
No.

LONDON SCHOOL OF HYGIENE
AND
TROPICAL MEDICINE
LIBRARY

ZEITSCHRIFT

FÜR

HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. R. KOCH, UND DR. C. FLÜGGE,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BERLIN,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BRESLAU.

ZWEITER BAND.

MIT ABBILDUNGEN IM TEXT UND FÜNF TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1887.

3876

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Seite

Ernst Almquist, Das Verhalten von Typhoidfieber, Diphtherie und Cholera im selben Hause während einer längeren Zeitperiode 1

Paul Liborius, Einige Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes 15

Odo Bujwid, Eine chemische Reaction für die Cholerabacterien 52

Fischer, Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien. II. 54

J. Soyka, Entgegnung auf Hrn. Dr. A. Pfeiffer's Aufsatz: Die Beziehungen der Bodencapillarität zum Transport von Bacterien 96

Beumer und Peiper, Bacteriologische Studien über die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen. Zweite Abhandlung. 110

E. Fraenkel und M. Simmonds, Weitere Untersuchungen über die Aetiologie des Abdominaltyphus 138

Leopold Spiegel, Ueber die Bestimmung der Salpetersäure im Trinkwasser . 163

D. Biondi, Die pathogenen Mikroorganismen des Speichels. (Hierzu Taf. I.) . 194

A. Pfeiffer, Antwort auf die Entgegnung des Hrn. Dr. Soyka bezüglich meines Aufsatzes: Die Beziehungen der Bodencapillarität zum Transport von Bacterien 239

Emil Ungar und Guido Bodländer, Ueber die toxischen Wirkungen des Zinns, mit besonderer Berücksichtigung der durch den Gebrauch verzinnter Conserven-Büchsen der Gesundheit drohenden Gefahren 241

H. Krannhals, Zur Casuistik und Aetiologie der Hadernkrankheit. (Hierzu Taf. II.) 297

Edward K. Dunham, Zur chemischen Reaction der Cholerabacterien 337

E. Esmarch, Der Henneberg'sche Desinfector 342

Paul Ernst, Ueber einen neuen Bacillus des blauen Eiters (Bac. pyocyaneus β), eine Spielart des Bac. pyocyan. der Autoren 369

Beumer und Peiper, Entgegnung auf die Abhandlung der Herren Dr. E. Fraenkel und Dr. M. Simmonds: Weitere Untersuchungen über die Aetiologie des Abdominaltyphus 382

Fritz Cahen, Ueber das Reductionsvermögen der Bacterien 386

L. Pfeiffer, Das Vorkommen der Marchiafava'schen Plasmodien im Blute von Vaccinirten und von Scharlachkranken 397

Plagge und Proskauer, Bericht über die Untersuchungen des Berliner Leitungswassers in der Zeit vom 1. Juni 1885 bis 1. April 1886. (Hierzu Taf. III—V.) 401

E. Esmarch, Der Keimgehalt der Wände und ihre Desinfection 491

Carl Fränkel, Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten 521

Das Verhalten von Typhoidfieber, Diphtherie und Cholera im selben Hause während einer längeren Zeitperiode

Von

Ernst Almquist,
erstem Stadtarzt in Göteborg.

Jeder praktische Hygieniker, der Gelegenheit hat, Krankheiten von Haus zu Haus zu verfolgen, überzeugt sich bald, wie verschieden unter denselben Verhältnissen verschiedene Krankheiten hervortreten. Es wird dieses natürlicher Weise von ungleichen Eigenschaften der betreffenden Mikroorganismen in letzter Hand bedingt. In den Laboratorien können viele Eigenschaften der pathogenen Mikroorganismen sicherer festgestellt werden; von dort kann jedoch über ihr Auftreten im Grossen nur deductiv geschlossen werden. Diese Schlüsse müssen, wie befugt sie auch seien, vordem sie als festgestellt angesehen werden dürfen, inductiv durch Beobachtung von Krankheiten oder Mikroorganismen im Grossen geprüft werden.

Die Epidemiologie fordert sowohl Beobachtungen über die epidemischen Krankheiten im Grossen, wie auch Experimente, also ein Zusammenarbeiten von dem Statistiker, dem praktischen Hygieniker und dem Experimentator. Jene studiren direct die Epidemien und ziehen Schlüsse über die Mikroorganismen und die Bedeutung gewisser äusserer Verhältnisse. Diese studiren Mikroorganismen sowie die chemischen, physikalischen und anderen Verhältnisse und ziehen Schlüsse über die Ausbreitungsweise der Krankheiten. Die inductiv, durch Beobachtung oder Experiment gewonnenen Wahrheiten brauchen keine weitere Bestätigung, die daraus gezogenen deductiven Schlüsse müssen dagegen durch auf anderem Wege gewonnene Induction weiter behandelt werden, wobei sie bestätigt, modificirt oder verworfen werden.

Die vorliegende Frage, wie sich dasselbe Haus während längerer Zeit zu gewissen Krankheiten verhält, kann und muss durch directe

Beobachtung behandelt werden. Wenn ein grosses Material darüber bestimmtes Resultat ergiebt, so kann dieses für die vorliegenden Verhältnisse nicht geleugnet werden. Die Frage ist meines Wissens nach nicht vorher mit richtigen Methoden behandelt. Die Lösung hat jedoch, wie ich unten beleuchten werde, grosse sowohl praktische wie rein wissenschaftliche Bedeutung.

1) Untersuchung über das Typhoidfieber.

Göteborg hat gegenwärtig 3000 bebaute Grundstücke und 90,000 Einwohner, 1880 bez. 2750 und 76,000. Im Durchschnitt wohnten 30 Personen auf jedem Grundstück und 1·7 in jedem Zimmer. Es kamen in der Stadt in den zehn Jahren 1876—85 1260 Typhoidfieberfälle, wovon 191 tödtlich, vor; überdies an Bord der Schiffe im Hafen 43 Fälle.

Die Krankheitsfälle haben jährlich zwischen 62 und 181 gewechselt, die Todesfälle zwischen 13 und 32. Die jährliche Mittelzahl der Todesfälle 19 kommt derjenigen für 1861—65 recht nahe, in welchem Zeitraum 22 Personen jährlich starben. Die Stadt machte damals nur die Hälfte der jetzigen aus. Nach 1865 fiel eine Periode von bösartigem Typhus exanthematicus, deren Spuren wenigstens während zehn Jahre bemerkbar sind. Die Statistik des abdominalen Typhus wird somit für diese zehn Jahre fast unbrauchbar. In den darauf folgenden zehn Jahren 1876—85 sind nur 103 Fälle, wovon 21 tödtlich, als Typhus exanthematicus gemeldet. Die meisten kamen im Jahre 1876 vor, nachher erschienen nur sehr vereinzelte Herde und Fälle. Diese wenigen Fälle von Typhus exanthematicus sind in dieser Untersuchung mitgenommen, weil die Diagnose oftmals unsicher gemacht wird, und weil die vollständigeren Zahlen möglicherweise diese Untersuchungen zuverlässiger hervortreten lassen. Ich habe mich überzeugt, dass die genannten 103 Fälle nirgends das Resultat wesentlich beeinträchtigt haben.

Die Sterblichkeit des Typhoidfiebers beträgt in dem genannten Zeitraume im Durchschnitt 15 Procent und zwar jährlich von 9 bis 26 Procent wechselnd; im epidemischen Krankenhause, wo gleichzeitig 647 Patienten derselben Krankheit gepflegt worden, war die Sterblichkeit im Durchschnitt 11 Procent und wechselte zwischen 7 und 27 Procent. Erst im Laufe des Jahres 1876 fingen die obligatorischen Krankenmeldungen an, weshalb die Sterblichkeit dieses Jahres, die 32 Procent beträgt, ausser Acht gelassen werden muss. Eine Sterblichkeit des Typhoidfiebers von 15 Procent ist an und für sich nicht sehr gross; jedoch im Vergleich mit derjenigen im Krankenhause und in Betracht der Unvollständigkeit auch der obligatorischen Meldungen, ist ganz sicherlich die gefundene Sterblichkeit zu

gross. So sehr viele Fälle können uns doch nicht entgangen sein, wenigstens nicht in den letzten Jahren, da mit 1883 jedes angegriffene Haus von der Gesundheitspolizei genau untersucht worden ist. Die in unseren Krankenhäusern aufgenommenen Fälle sind sämmtlich mitberechnet.

Während der bezeichneten Periode kamen in den öffentlichen Gebäuden 41 Fälle, wovon vier tödtlich, vor; in den gewöhnlichen städtischen Wohnhäusern finden wir also 1219 Fälle von Typhoidfieber. Nur von den letztgenannten wird in der folgenden Statistik die Rede sein. Mit Herd meine ich hier ein Haus, wo innerhalb zwölf Monate wenigstens zwei Fälle vorgekommen sind. Häuser und Grundstücke sind, wenn nicht anders gesagt wird, als derselbe Begriff aufgefasst.

Statistik der von Typhoidfieber ergriffenen Häuser:

In 512 Häusern ausschliesslich ein Fall.
„ 129 „ „ „ Herd.
„ 7 „ „ zwei Herde.
„ 40 „ „ zwei vereinzelte Fälle.
„ 4 „ „ drei „ „
„ 32 „ ein Herd und ein Fall.
„ 2 „ „ „ „ zwei Fälle.
„ 1 Haus zwei Herde und ein Fall.
„ 1 „ drei „ „ „ „

Statistik der Herde:

Herd mit je	2	Fällen	97,	wovon	29	mit einem	und	1	mit zwei	Todesfällen.			
„ „ „	3	„	39,	„	11	„ „	„	4	„ „	„			
„ „ „	4	„	14,	„	6	„ „	„	2	„ „	„			
„ „ „	5	„	13,	„	4	„ „	„	—	„ „	„			
„ „ „	6	„	9,	„	2	„ „	„	—	„ „	„			
„ „ „	7	„	3,	„	1	„ „	„	1	„ „	„			
„ „ „	8	„	2,	„	—	„ „	„	1	„ „	„			
„ „ „	9	„	2,	„	2	„ „	„	—	„ „	„			
„ „ „	10	„	1,	„	—	„ „	„	1	„ „	„			
„ „ „	11	„	1,	„	1	„ „	„	—	„ „	„			
„ „ „	15	„	1,	„	—	„ „	„	1	„ „	„			

Unser Hauptmaterial ist somit: 1219 Fälle in 728 ergriffenen Häusern; 182 Herde in 172 Häusern, 577 Krankheits- und 78 Todesfälle verursachend; 642 vereinzelte Fälle mit 109 Todesfällen, wovon 512 in

der ganzen Periode vereinzelt in dem Hause eintrafen, 38 mit Herden, 92 mit anderen vereinzelten Fällen (in 44 Häusern) zusammen erschienen.

In den etwa 3000 städtischen Wohnhäusern sind also 1219 Fälle bekannt. Wenn sie ganz gleichmässig über die Stadt vertheilt gewesen wären, so hätten wir 40 Procent der Häuser angegriffen gefunden, in der Wirklichkeit sind 24 Procent betroffen. Wenn alle Häuser in Beschaffenheit, Grösse, Lage, bezüglich Bewohner u. s. w. gleich beschaffen wären, so sollte wohl eine Krankheit, deren Ursache gleichmässig überall verbreitet daläge, völlig den Wahrscheinlichkeitsberechnungen entsprechend auftreten. Ich habe bis jetzt keine einfachere Formel für die vorliegende Aufgabe ergründet: wie viele Nummern von 100 werden einmal, zweimal, dreimal u. s. w. herauskommen, wenn (mit Zurücklegen der gezogenen) 40 Nummern gezogen werden. Bei dem Mangel von Formeln habe ich versucht durch Ziehungen unter 100 möglichst ähnlichen Kugeln dergleichen ungefähre Zahlen empirisch zu bekommen.

Mit der genannten Methode habe ich unter 100 Kugeln in 40 Ziehungen im Durchschnitt 32 verschiedene angetroffen, wovon 25 einmal, 6 zweimal und 1 dreimal. In Vergleich damit finden wir das Typhoidfieber in der Wirklichkeit in 24 von 100 Häusern, wovon 17 mit einem, 4·5 mit zwei und 2·5 mit mehreren Fällen. Da die Kugeln einander ziemlich gleich und die Häuser dagegen in Grösse und Neigung zu Krankheiten einander sehr verschieden sind, so kann es nicht befremdend erscheinen, dass die eben verglichenen Zahlen ungleich gross ausfielen. Jedoch dass von 24 Häusern so viele wie 2·5 mehr als zwei Fälle aufweisen, braucht besondere Berücksichtigung. Wir finden, dass von 40 Krankheitsfällen, 17 vereinzelt, 9 zwei und zwei zusammen und nicht weniger als 14 über drei zusammen erschienen. Dazu kommt, dass die 23 zusammen erschienenen nicht über die ganze Periode vertheilt hervortraten, sondern 19 einander schon innerhalb zwölf Monate folgten und nur 4 nach längeren Zwischenräumen an den Tag traten. Von den 7 mehrmals ergriffenen Häusern wurden nicht weniger als 5·5 mit gleichzeitigen und 1·5 mit getrennten Fällen heimgesucht.

Noch bemerkenswerther erscheint uns der Umstand, dass die gleichzeitigen Fälle im Durchschnitt drei zusammen im Hause vorkamen, die vereinzelten nur zu zwei. Die sogenannten gleichzeitigen vertheilen sich nicht im Allgemeinen über das ganze Jahr, sondern wie folgt: Von 182 Herden verliefen nicht weniger als 140 völlig innerhalb drei Monate, 22 in sechs, 11 in neun und 10 in zwölf. Fast die Hälfte aller Herde oder 80 verliefen ganz innerhalb eines Monats, 43 dauerten zwei und 17 drei Monate. Diese Verhältnisse zusammen zeigen schon meiner Meinung nach, wie das Hervortreten des Typhoidfiebers an gewisse Localitäten,

und für die angegriffene Localität an einen gewissen recht kurzen Zeitraum gebunden ist.

Abgesehen von den gleichzeitig eintreffenden Fällen, haben wir 604 Typhoidfieberfälle, die in 556 Häusern allein oder mit mehr als jahrelangen Zwischenräumen eintrafen. Dabei wurden 512 Häuser einmal, 40 zwei- und 4 dreimal heimgesucht. 604 Fälle sollten sich nach der obigen Berechnung über 3000 Häuser so vertheilen, dass von 100 Häusern 16 mit einem und 2 mit mehreren Fällen heimgesucht würden. In der Wirklichkeit wurden nur 1·5 von mehreren vereinzelten Fällen heimgesucht. Wir finden somit in dieser Statistik keine Stütze für die Annahme, dass das Typhoidfieber Neigung zeigt, in dem angegriffenen Hause nach längeren Zwischenräumen mit neuen vereinzelten Fällen aufzutauchen, und dass die Krankheit etwa nur langsam das heimgesuchte Haus verlässt.

Schon die kleine Anzahl mehrmals mit vereinzelten Fällen heimgesuchter Grundstücke, die oben S. 3 dargestellt worden ist, macht die Richtigkeit der obigen Sätze offenbar. Es waren nämlich in der ganzen Periode nur 40 Häuser, die zweimal, und 4 die dreimal einen Fall aufzuweisen hatten. Dazu können wir zwei Häuser hinzurechnen, die einen Herd und zwei vereinzelte Fälle zeigten. Bei Untersuchung der letztgenannten sechs Häuser, die also dreimal heimgesucht sind, finden wir unter ihnen zwei Grundstücke, die mit mehreren grossen Arbeiterbehausungen bebaut sind, drei Grundstücke, deren Häuser während der Periode ein bis zweimal umgebaut worden sind. Nur ein einziges gewöhnliches Wohnhaus bleibt übrig, worin nachweislich mit längeren Zwischenräumen dreimal Fälle erschienen. Bevor diese Statistik zusammengestellt war, hatte schon die hiesige Gesundheitspolizei, die bei jedem Typhoidfieberfalle genaue Untersuchung über den Ursprung der Krankheit, über den sanitären Zustand des angegriffenen Hauses u. s. w. anstellt, die sichere Erfahrung gemacht, dass das Typhoidfieber in kurzer Zeit das angegriffene Haus völlig verlässt. In ein paar Häusern haben wir beobachtet, wie die Krankheit nach längerer Zeit ein oder zweimal in einem vereinzelten Falle zurückkam, der nicht ausserhalb des Hauses entstanden zu sein schien. Bei diesen wenigen Häusern konnten wir meistens ungewöhnlich grobe sanitäre Missverhältnisse constatiren.

Die 182 Herde trafen in 172 Häusern ein, 9 Häuser werden mehrmals mit Herden betroffen. Auf 3000 Häuser bezogen, macht dieses 6 Häuser mit einem und 0·3 mit mehreren Herden von 100 Häusern aus. Die letzte Zahl 0·3 ist vielleicht grösser als die Berechnung ergeben sollte. Es scheint also möglich, dass es Häuser giebt, die besondere Neigung für Typhoidfieberherde erweisen. Besehen wir also näher die 9 mehrmals von Herden heimgesuchten Grundstücke!

Eins von diesen neun Gebäuden hat drei Herde und überdies einen vereinzelten Fall aufzuweisen. Es ist dieses das für die Reinhaltungsvorrichtungen der Stadt und die Poudrettenfabrik benutzte Grundstück. Dort wohnten in mehreren kleinen Holzhäusern, die dicht an den Schmutzcomposten aufgeführt waren, recht viele Arbeiter mit ihren Familien. Es ist zu bemerken, dass von den Bewohnern dieser Häuser hauptsächlich mehrere zusammen, und zwar 1876, 81 und 84, an Typhoidfieber erkrankten, und dass die Krankheit nicht nur die Reinhaltungsarbeiter, sondern auch deren Familien ergriff. Dass wir hier einen für Typhoidfieber ungewöhnlich geeigneten Boden vor uns haben, halte ich, in Betracht der festgestellten Erfahrung über die Bedeutung des schmutzüberfüllten Grundes, für offenbar. — Unter den übrigen acht Grundstücken mit zwei Herden finden wir eine Arbeiterbehausung mit mehreren getrennten, grossen Häusern, sowie drei Grundstücke mit während der Periode umgebauten Häusern, worin ich mehrmals die neuen Fälle habe constatiren können. Die übrigen vier sind also die einzigen gewöhnlichen Wohnhäuser, worin nachweislich das Typhoidfieber in zehn Jahren mehrmals als Herd aufgetreten ist. Das zweite Mal erschienen meistens nur zwei oder drei Fälle.

Dass eine Arbeiterbehausung mit fünf- bis zehnfach grösserer Bevölkerung, als ein gewöhnliches Wohnhaus, unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Krankheitsfälle aufweist, ist ja natürlich. Die vier übrigbleibenden Häuser, die wirklich zwei Herde gezeigt, beweisen nicht, dass im Allgemeinen das einmal angegriffene Haus besondere Disposition für die Krankheit fortwährend besitzt. Die Anzahl ist nämlich zu klein, und so viel ich sehen kann, nicht grösser als bei 182 Herden mit Wahrscheinlichkeit zu erwarten war. Der Schluss, dass unsere Göteborgschen Häuser Neigung haben mehrmals dem Typhoidfieber zu unterliegen, ist soviel mehr unberechtigt, als es manchmal vorkommen muss, dass ein paar Bewohner desselben Hauses aussen gleichzeitig angesteckt werden, als Typhoidfieber durch Milch u. s. w. verschleppt werden kann, und schliesslich als wir bei einigen Herden den Typhus exanthematicus vor uns haben können.

Jetzt einige Worte über unsere öffentlichen Gebäude. Wir finden in den Armenbaracken, Gefängnissen, Krankenhäusern und in der Caserne in den zehn Jahren 43 Typhoidfieberfälle, wovon nur 4 tödtlich. Wenn wir 10 in dem epidemischen und 4 in den anderen Krankenhäusern eingetroffene nosocomiale Fälle[1] abziehen, so finden wir in den übrigen Gebäuden 29

[1] Die verhältnissmässig nicht seltenen nosocomialen Fälle zeigen nach meiner Meinung die Anwesenheit einer bestimmten Gefahr, in gewöhnlich eingerichtete Krankenhäuser Typhoidfieberfälle aufzunehmen.

Krankheitsfälle mit drei Todesfällen. Unter einer Bewohnerzahl von etwa 2000 Personen, haben wir also für zehn Jahre 1·5 Fälle unter 100 Personen. In der ganzen Stadt kannten wir 1260 oder 1·4 unter 100 Personen. Zieht man in Betracht, dass in der Stadt uns mehrere Fälle entgangen sind, so finden wir also in den Armenbaracken, in Gefängnissen und Caserne ungefähr dasselbe Verhältniss, wie in der Stadt im Durchschnitt. Von den genannten Gebäuden sind die meisten alt und in recht schlechtem hygienischen Zustande. Die jüngsten sind in den fünfziger Jahren gebaut. In der Periode 1876—85 finden wir in keinem von diesen Gebäuden ausgesprochene Epidemie, ein paar gleichzeitige Fälle sehen wir hier und dort. Den Verdacht, dass eines von ihnen endemisches Typhoidfieber beherbergt, so dass die Krankheit bei günstigen Feuchtigkeits- und Witterungs-Verhältnissen oder beim Einziehen neuer Bewohner Jahr um Jahr hervortritt, finden wir nicht bestätigt. Im vorhergehenden Jahrzehnte finden wir in denselben Gebäuden wirkliche Epidemien, sowohl von Typhus exanthematicus, wie auch (wie es scheint) von Typhoidfieber.

Es wäre möglich, dass die beim Ausbruch des Typhoidfiebers vorgenommenen hygienischen Verbesserungen die Misszustände des Hauses beseitigt haben und also einen neuen Ausbruch verhinderten. Dass die Arbeiten der Gesundheitspolizei einen Erfolg gehabt, hoffe ich sicher; dass jedoch durch genauere Ueberwachung der Reinhaltung des Hofes, durch Reinigungen der heimgesuchten Wohnungen (und im Anfang der Periode durch Schwefelräucherungen), alle grössere Misszustände beseitigt wären, so dass dadurch das Auftreten der Krankheit wesentlich verändert worden ist, scheint mir unmöglich anzunehmen.

Es ist durch frühere Untersuchungen mehr oder weniger sichergestellt worden, dass Mangel an Reinhaltung des Bodens, Einziehen von Menschen, die früher der Krankheit wenig ausgesetzt gewesen, sowie ein gewisser Wechsel der Feuchtigkeit des Baugrundes das Zustandekommen von Typhoidfieberfällen in einem Hause befördern. Ich will keinen von diesen Factoren ableugnen, die Bedeutung der zwei erstgenannten kenne ich aus Erfahrung. Der Auffassung dagegen, dass der nicht völlig reine Grund immer bereit ist neue Typhoidfieberfälle hervorzubringen, wo nur die Feuchtigkeit des Grundes sich in einem gewissen Zustand befindet oder wo disponirte Menschen vorkommen, muss ich entgegentreten. Käme es nur auf einen gewissen Feuchtigkeitszustand des Grundes an, so wäre in mehreren älteren öffentlichen Gebäuden, wo seit alten Zeiten der Grund sehr mangelhaft reingehalten worden ist, wo die Bevölkerung sehr wechselt und vereinzelte Typhoidfieberfälle nicht sehr selten vorkommen, kein Mangel an Typhoidepidemien gewesen. Dann wäre die Krankheit auch in den gewöhnlichen Wohnhäusern anders aufgetreten.

Als Resultat dieser Untersuchungen über das Typhoidfieber geht Folgendes für die hiesigen Verhältnisse unleugbar hervor:

Das Typhoidfieber verlässt das angegriffene Haus in einigen wenigen Monaten und zeigt keine Geneigtheit im selben Hause weder als Epidemie noch als Einzelfall wieder zu erscheinen. Sehr vereinzelte Häuser haben eine grössere Neigung für die Krankheit gezeigt als die anderen Wohnhäuser der Stadt; hierin sehe ich eine Andeutung, theils dass in einigen Häusern besonders disponirende Momente vorliegen, theils dass die Krankheit mehrere Wege für ihre Ausbreitung findet.

2) Untersuchung über die Diphtherie.

Hier wird aus meiner 1885 veröffentlichten Arbeit „Ueber die Ausbreitungsweise von Diphtherie und Croup" nach den eben benutzten Methoden eine dort nicht dargelegte Zusammenstellung wiedergegeben. Ich verweise auf diese Arbeit und erinnere nur daran, dass die Statistik die Zeit 1870—85 und eine getrennte Croupepidemie mit Höhepunkt 1873 und eine von Diphtherie mit Höhepunkt 1884 umfasst. Jene Epidemie raffte in acht Jahren 418 Kinder fort, die Diphtherie in entsprechend langer Zeit 470. Bei meinen Berechnungen sind für die Croupzeit nur die Todesfälle, für die folgende Periode 1181 Erkrankungen von Diphtherie, also zusammen 1599 Fälle benutzt. Der Herdbegriff ist derselbe, wie oben beim Typhoidfieber angegeben.

Statistik der von Diphtherie und Croup ergriffenen Häuser:

In	707	Häusern	ausschliesslich ein Fall.
„	212	„	„ „ Herd.
„	4	„	„ zwei Herde.
„	1	Haus	„ drei „
„	48	Häusern	„ zwei vereinz. Fälle.
„	8	„	„ drei „ „
„	3	„	„ vier „ „
„	1	Haus	„ fünf „ „
„	31	Häusern	ein Herd und ein vereinz. Fall.
„	7	„	„ „ „ zwei „ Fälle.
„	1	Haus	„ „ „ drei „ „
„	2	Häusern	zwei Herde und ein vereinz. Fall.
„	1	Haus	„ „ „ drei „ Fälle.

Statistik der Herde:

Herd	mit	je	2	Fällen	168,	wovon	54	mit	1,	68	mit	2,	—	mit	3,	—	mit	4	Todesf.
„	„	„	3	„	63,	„	23	„	„	20	„	„	11	„	„	—	„	„	„
„	„	„	4	„	21,	„	7	„	„	5	„	„	1	„	„	—	„	„	„
„	„	„	5	„	11,	„	3	„	„	4	„	„	3	„	„	1	„	„	„
„	„	„	6	„	1,	„	—	„	„	—	„	„	—	„	„	—	„	„	„
„	„	„	7	„	3,	„	—	„	„	1	„	„	1	„	„	—	„	„	„
„	„	„	11	„	1,	„	—	„	„	—	„	„	—	„	„	1	„	„	„

Unser Hauptmaterial ist somit: 1599 Fälle von Diphtherie und Croup in 1026 von den 3000 städtischen Häusern; 268 Herde in 259 Häusern, 702 Krankheits- und 339 Todesfälle verursachend; 897 vereinzelte Fälle mit 549 Todesfällen, wovon 707 ganz allein in je einem Hause eintrafen, 53 in 42 Häusern mit Herden zusammen, 137 mit anderen vereinzelten Fällen in 60 Häusern zusammen eintrafen.

Die Zahl der Krankheitsfälle entspricht 53 Procent aller städtischen Häuser. Nach meiner obigen bei dem Typhoidfieber verhandelten Berechnung sollten nun bei 53 Ziehungen etwa 38 verschiedene Nummern von 100 getroffen werden. Die Diphtherie betraf 34 Häuser von 100. Von den Häusern, wo die Diphtherie vorkam, wurden 7 Procent mit zwei Fällen und 3·7 Procent mit mehr als zwei heimgesucht. Die letzte Zahl ist bedeutend grösser, als die Berechnung ergiebt. Von den 11 Procent Häusern mit mehreren Fällen waren nicht weniger als 9 Procent, die ihre Fälle innerhalb eines Jahres, und kaum mehr als 2 Procent, die Fälle mit längeren Zwischenräumen zeigten. Auch bei der Diphtherie sind die gleichzeitigen Fälle im selben Hause zahlreicher zusammen vorgekommen als die vereinzelten, indem jene im Durchschnitt 2·7, diese nur 2·3 Fälle aufwiesen. Der Diphtherie- ebenso wie der Croupherd ist in ein paar Monaten völlig erschöpft und äusserst selten treten später neue Fälle hervor (vgl. meine Arbeit Tab. 14 und S. 127 u. f.).

897 ganz vereinzelte Fälle haben sich in der Stadt so vertheilt, dass 137 in 60 Häusern mit wenigstens zwei Fällen in jedem und 53 in 42 Häusern mit Herden vorgekommen. Nach der Berechnung sollten in 30 Ziehungen etwa 26 Nummern getroffen werden, wovon ungefähr drei doppelt und eine dreimal. Die Diphtherie vertheilte sich mit vereinzelten Fällen über 27·5 Häuser von 100 und trat nur in 2 Procent mit mehreren Fällen, wovon etwa 1·5 mit zwei und 0·5 mit drei Fällen, auf. Die Krankheit zeigte also keine Neigung in einem vorher angegriffenen Hause mit vereinzelten Fällen wieder aufzutauchen, eher das Entgegengesetzte.

Die 268 Herde trafen in 259 verschiedenen Häusern ein. Nur acht

Häuser wurden mit mehreren Herden und zwar sieben mit zwei und ein mit drei heimgesucht. Die 268 Herde entsprechen 9 Procent aller Göteborgischen Häuser, die acht mehrmals betroffenen 0·3 Procent. Die letzte Zahl ist vielleicht etwas höher als nach Berechnung, scheint mir jedoch nicht an und für sich für eine Neigung der Göteborgschen Häuser im Allgemeinen zu sprechen, mehrere Herde von Diphtherie zu Stande zu bringen. Beim Durchmustern der Beschaffenheit dieser acht Häuser finden wir nämlich mehrere Grundstücke, die in der Periode neu umgebaut worden und andere, die besonders ungesund oder mit mehreren freistehenden oder grossen zusammengebauten Gebäuden bebaut waren.

Dieses Resultat giebt mir Berechtigung zu schliessen, dass die Diphtherie das angegriffene Haus in wenigen Monaten völlig verlässt, und keine Neigung zeigt, weder als Epidemie noch als vereinzelter Fall im selben Hause wieder zu erscheinen.

Ein paar Worte über eine Verschiedenheit der Krankheiten Diphtherie und Typhoidfieber in Bezug auf die behandelte Frage möchten hier am Platze sein. Die beiden Krankheiten stimmen im grossen Ganzen gut überein. Die Gesundheitspolizei hat jedoch die bestimmte Erfahrung gewonnen, dass die Diphtherie noch seltener mehrere Jahre nacheinander im selben Hause wieder erscheint, wie es beim Typhoidfieber manchmal der Fall ist. Es scheint, dass das Gift des Typhoidfiebers etwas länger seine Kraft in einem Hause behalten kann.

Die Göteborgschen Wohnhäuser, die sowohl Diphtherie wie Typhoidfieber in der verhandelten Periode aufgewiesen, verhalten sich folgendermaassen:

In 27 Häusern Herd von beiden Krankheiten.
„ 34 „ „ „ Diphtherie, vereinz. Fall von Typhoidf.
„ 36 „ „ „ Typhoidf. „ „ „ Diphtherie.
„ 104 „ vereinzelter Fall von beiden Krankheiten.

In 201 oder in 6·7 von 100 Häusern sind also die beiden Krankheiten zum Vorschein gekommen. Die Diphtherie erschien in 34 Procent, das Typhoidfieber in 24 Procent aller Häuser. Nach Berechnung sollten wenigstens acht von 100 Häusern beide Krankheiten aufweisen, in der Wirklichkeit erscheint nicht diese Anzahl. — Diphtherieherd erschien in neun, Typhoidherd in sechs Häusern von 100, nach Berechnung wären Herde von beiden Krankheiten in etwa 0·5 von 100 zu erwarten, in der Wirklichkeit entstanden nicht weniger als 0·9.

Es scheint somit, dass die Disposition eines Hauses für Herde der einen Krankheit auch Herde der anderen oftmals hervorbringt. Die directe Erfahrung der Gesundheitspolizei hat constatirt, dass sehr oft Epidemien von den beiden Krankheiten, manchmal die Diphtherie vorher, die andere nachher, manchmal umgekehrt, einander in derselben Wohnung folgten. Wir hatten den Eindruck bekommen, dass diese Krankheiten durch die gleichen Umstände befördert werden können. Diese Neigung für dieselben Wohnungen ist jedoch nicht so durchgehend, dass dieselben Stadttheile immer gleich von beiden Krankheiten gelitten haben. Das Typhoidfieber ist viel gleichmässiger in der ganzen Stadt aufgetreten, die Diphtherie hat sich sehr local gehalten und mehrere zusammenhängende Stadttheile, die anscheinend für die Krankheit sehr disponirt sind, frei gelassen. Ohne Zweifel giebt es also Factoren, die beide Krankheiten befördern, aber die Bedingungen für Ausbreitung von Haus zu Haus und Gegend zu Gegend ist wahrscheinlich bei den beiden Krankheiten recht verschieden.

3) Untersuchung über die Cholera.

Hierbei verweise ich hauptsächlich auf meine dieses Jahr veröffentlichte Untersuchungen „Thatsächliches und Kritisches zur Ausbreitungsweise der Cholera“, wo die Frage ausführlich behandelt wird. Dort habe ich theils aus dem ungleichen Verhalten der Cholera beim ersten und späteren Befallensein der Städte, theils aus dem Verhalten derselben Häuser in den acht Choleraepidemien in Göteborg den Schluss gezogen, dass bei uns die bösartigste Cholera in der Regel nur beim ersten Befallen einer Stadt oder eines Hauses sich entwickelt hat, und dass die Seuche in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das nächste Mal an Bösartigkeit stark eingebüsst hatte.

Da für die öffentlichen Gebäude in Göteborg sehr zuverlässige Angaben über das Verhalten aller Choleraepidemien der Stadt vorliegen, und die Krankheit in diesen Häusern sehr lehrreich aufgetreten ist, so wird hier eine Tabelle darüber mitgetheilt. Die Tabelle zeigt sehr deutlich den eben formulirten Schluss und ich brauche nur ein paar Worte über die Gebäude beizufügen. Die Beschaffenheit der alten Gebäude wurde in hygienischer Hinsicht von Epidemie zu Epidemie schlimmer und schlimmer, besonders zeichneten sich die in den fünfziger Jahren übergebenen durch Ungesundheit aus. Nichtsdestoweniger nahm die Cholera mehr und mehr unter den schnell wechselnden Bewohnern ab. Die neubezogenen Häuser wurden in den fünfziger Jahren recht schwer heimgesucht, obgleich die Stadt überhaupt nur wenige Fälle von Cholera in denselben Jahren aufwies.

Die Cholera in Göteborg, sowohl in der ganzen Stadt wie in jedem der öffentlichen Gebäude in allen Epidemien 1834—66.

	Zahl der Todesfälle								Bewohner			Eingerichtet.
	1834	1850	1853	1855	1856	1857	1859	1866	1834	1853	1866	
Die ganze Stadt, Todesfälle	1830	580	626	111	44	146	199	353	21,036	26,084	46,557	
Die ganze Stadt, Sterbef. auf 100E.	8·7	2·2	2·3	0·4	0·1	0·4	0·5	0·8				
Armenhaus	43	2	—	—	—	—	—	2	117	83	92	1726
Alte Armenbar. .	125	35	24	2					268	426		alt
Neue „ .					1	—	6	4		427[1]	528	1856
Artilleriecaserne .	69	21	10	1	—	2	2	7	722[2]	752	732	1798
Arbeitsgefängniss für Frauen . . .	9	8	6	—	—	3	—	5	72	65	59	alt
Schantze Kronan, Gefang. u. Wacht				20	—	4				164[3]		1854
Altes Sahlgren'sches Krankenh.	6[4]	—	1						21[4]	49		1823
Neues Sahlgren'sches Krankenh.				9	—	—	—	—		80[5]	150	1855
Arbeiter-Behaus., Nr. 49 N. H. . .		6	3	—	—	—	—	—		138	123	1850
Arbeiter-Behaus., Nr. 66 V. H. . .		6	2	—	—	—	1	1		167	149	1849
Femkanten, Nr. 4 bis 8 O. H.[6] . . .	30	30	6	1	2	2	3	3	111	254	390	alt

4) Folgerungen.

Durch Induction mit einem erheblich grossen Materiale habe ich nun drei Krankheiten in gewissen Beziehungen verhandelt. Alle drei, Typhoidfieber, Diphtherie, Cholera zeigen eine gewisse Uebereinstimmung. Da die erstgenannte Krankheit ganz heimisch bei uns ist, die zweite zeitweise häufig, zeitweise selten erscheint, aber doch Jahrzehnte hindurch jährlich vorkommen kann, während die Cholera nur gewisse Jahre eingeschleppt wird und wieder bald ausstirbt, so wäre natürlicherweise zu erwarten, dass

[1] Im Jahre 1857.

[2] Die Anzahl der dienenden Artilleristen, die doch nicht immer in der Caserne wohnten.

[3] Im Jahre 1855. Die Schantze wurde nur die Jahre 1854—58 benutzt.

[4] Die Todesfälle und Bewohner der Krankenhäuser bezeichnen nur die nosocomialen Todesfälle und die Zahl der bei anfangender Epidemie besetzten Betten; Cholerakranke wurden fast in jeder Epidemie in diesen Krankenhäusern aufgenommen.

[5] Im Jahre 1855.

[6] Ein Complex von elenden Holzgebäuden, die 1834 zu der Armenpflege gehörten, die kurz darauf verkauft und mehrmalz zu- und schliesslich ganz umgebaut wurden.

die Verschiedenheiten der betreffenden Mikroorganismen auch bezüglich der Wohnhäuser hervortreten sollten. Hinsichtlich der eben verhandelten Frage sind sie aber nicht gross, alle drei Krankheiten verlassen in wenigen Monaten das angegriffene Haus und zeigen keine besondere Neigung in das Haus, wo sie einmal geherrscht, wiederzukehren. Wo sie zurückkommen, treten sie gewöhnlich milder auf, als das erste Mal und die bösartigsten Epidemien kommen meistens in vorher ganz verschonten Häusern zu Stande. Bezüglich vorliegender Frage gehören diese drei Krankheiten entschieden zu derselben Gruppe. Wie andere Krankheiten sich dabei verhalten, ist noch nicht ermittelt. So viel habe ich jedoch durch eigene vorläufige Beobachtungen als sehr wahrscheinlich dargethan, dass z. B. die Masern in einem Hause mit neuen Bewohnern nicht schonender auftreten, nachdem sie dasselbe Haus vorher einmal heimgesucht.

Die gemachten inductiven Schlüsse haben für Hausbesitzer, Miether, Hygieniker, Behörden eine grosse praktische Bedeutung. Es ist nämlich sehr beruhigend zu wissen, dass ein heimgesuchtes Haus die Disposition für dieselbe Krankheit nicht behält. So sehen wir, dass z. B. der geeignetste Feuchtigkeitszustand des Grundes doch keine neue Epidemie von Typhoidfieber in dem heimgesuchten Hause verursacht, wenigstens nicht wo die Verhältnisse den unsrigen ähnlich sind.

Die gewonnenen Resultate haben auch ein Interesse als Kritik früherer Angaben. Soviel ich weiss, hat Niemand mit einem genügend grossen und objectiv dargelegten Material die Frage behandelt, wie sich dasselbe Haus zu den vorliegenden Krankheiten während längerer Zeit verhält. Jedoch finden wir in der Literatur „Ansichten“ über diese Frage ausgesprochen. Diese leiten sich theils von ungenügenden Beobachtungen über das Hervortreten der Krankheiten her, theils sind sie Deductionen aus gewissen Anschauungen. Die genannten Beobachtungen betreffen gewöhnlich ein kleineres, sozusagen ausgewähltes oder ein ungenau behandeltes Material; für den besagten Schluss liegt, soviel ich weiss, in der Literatur nirgends objectiv und ausführlicher behandeltes Material vor. Deductiv hat man daraus, dass man an ein Weiterwachsen des Giftes im Hause glaubte, den Schluss gezogen, dass das Gift dort fortwährend wachsen, und die Krankheit also endemisch erscheinen muss. Man findet auch Andeutungen eines Schlusses aus der Bedeutung der wechselnden Feuchtigkeit des Bodens, dass nämlich die Krankheit dasselbe Haus bei jedem dergleichen Wechsel gefährden soll. Die Berechtigung dieser deductiven Schlüsse ist nie bewiesen, ich halte sie für ganz unbefugt.

Die obigen Resultate bezüglich der Krankheiten Diphtherie, Typhoidfieber und Cholera sind natürlicherweise nur für Ortschaften, die mit den hiesigen übereinstimmende Verhältnisse darbieten, bindend. Es wird lehr-

reich sein zu erfahren, ob in den Städten, die auf einem lockeren Grunde mit beweglichem Grundwasser gebaut, die Krankheiten denselben Gesetzen folgen, wie bei uns, wo der Grund nicht ein derartiges bewegliches Wasser enthält. Es wird auch lehrreich sein zu erfahren, ob die bekannten Berichte von einem endemischen Auftreten des Typhoidfiebers in gewissen Quartieren und Stadttheilen nicht dahin zu modificiren sein werden, dass die Krankheit wohl Jahre lang gewisse Strassen und Quartiere vorzugsweise heimsucht, aber dass sie dabei mehr von Haus zu Haus geht, als dass sie wiederholt dieselben Häuser befällt, so wie die Erfahrung bei uns lehrt.

Wie oben S. 7 schon beleuchtet ist, werden natürlicherweise die vorher festgestellten Factoren für die Ausbreitung der verhandelten Krankheiten nicht dadurch beeinträchtigt, dass möglicherweise ein neuer Factor hinzukommt. Gewisse Auffassungen über dieselben müssen jedoch durch diese Studien einigermaassen verändert werden, wie wir schon mehrmals hervorgehoben.

Deductiv könnten aus vorliegenden Untersuchungen mehrere Schlüsse gezogen werden. Da jedoch in der Hygiene Deduction und Induction streng auseinander gehalten und nicht als einigermaassen gleichbedeutend hervorgehoben werden müssen, da überdies ein nur von einer Person behandeltes Thema nicht genügend geprüft worden ist, so werde ich hier nicht weiter gehen. Nur will ich folgende Frage aufwerfen: Geben nicht die obigen Resultate eine bestimmte Andeutung, dass Häuser eine relative Immunität bez. gewisser Krankheiten erreichen können, und dass eine Art von Vaccination der Häuser stattfinden kann? Da dieses Krankenhäuser, Gefängnisse, Casernen betrifft, wo in kurzer Zeit alle Bewohner wechseln, so wäre dabei nicht eine Vaccination der Bewohner, sondern der Häuser oder deren Grundes zu vermuthen.

November 1886.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Einige Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes.

Von

Dr. Paul Liborius,
Kais. russ. Marine-Stabsarzt zu Kronstadt.

Unter den zahlreichen, zu Desinfectionszwecken empfohlenen chemischen Mitteln nimmt von jeher der Aetzkalk eine hervorragende Stellung ein. So sehen wir noch bis in die neueste Zeit an manchen Orten, wo die Sitte der Massenbestattungen für die arme Bevölkerung herrscht, den gebrannten Kalk in grossem Maassstabe anwenden. Behufs Zerstörung faulender organischer Substanzen, zur Desinfection von Fäcalien, zum Bedecken von Thiercadavern, zur Klärung und Reinigung städtischer und industrieller Abwässer, sowie auch zu therapeutischen Zwecken ist der Kalk in verschiedenen Formen theils unvermischt, theils in Verbindung mit anderen chemischen Stoffen vielfach empfohlen worden, freilich nicht ohne auch mancherseits auf Widerspruch zu stossen. Diese verbreitete und mannigfaltige Anwendung verdankt er ebensosehr seiner fäulnisswidrigen Wirkung und der Eigenschaft, aus Flüssigkeiten die darin suspendirten organischen Substanzen niederzuschlagen, als auch seiner relativen Unschädlichkeit und seinem niedrigen Preise. Die dahin bezügliche Literatur ist so umfangreich, und das Hauptgewicht wird in den betreffenden Discussionen meist auf Fragen gelegt, die uns hier so wenig berühren, dass ich auf dieselben nicht näher einzugehen, sondern im Folgenden nur einige uns besonders interessirende Angaben hervorzuheben brauche. Diejenigen, die sich specieller über diesen Gegenstand instruiren wollen, finden unter Anderem in der Abhandlung von Dr. Ferd. Fischer (Die Verwerthung der städtischen und Industrieabfallstoffe. Leipzig 1875) zahlreiche Quellenangaben zusammengestellt.

Von grösserem Interesse für uns sind zunächst die von Virchow und Hausmann[1] im Jahr 1869 gemachten Beobachtungen hinsichtlich des Verhaltens gewisser niederer Organismen dem Kalk gegenüber. Es handelte sich damals darum, zu constatiren, inwieweit die Süvern'sche Mischung[2] sich zur Desinfection von Canalwasser eigne, und es stellte sich bei der Gelegenheit unter Anderem heraus, dass die zahlreichen im Canalwasser enthaltenen niederen Organismen — neben verschiedenen Formen von Infusorien, Algen und Pilzen überwiegend Bacterien — schon durch Zusatz von Aetzkalk allein (1 bis 5 Procent) aus der geklärten Flüssigkeit verschwanden und nur noch im Bodensatz sich erkennen liessen, wo sie jedoch ihre frühere Beweglichkeit eingebüsst hatten. Bei fortgesetzter Beobachtung wurde in diesen Flüssigkeiten bereits nach 6 bis 12 Tagen wieder reichliche Entwickelung von Bacterien wahrgenommen; dieselbe konnte durch Einleiten von Kohlensäure und theilweise Fällung des Kalkes wesentlich beschleunigt werden. „Der Wiederbeginn vibrionären Lebens beruht" nach Hausmann „auf dem Umstand, dass der Kalk allmählich als kohlensaurer Kalk zu Boden fällt." Zu Anfang der Desinfection wurde stets lebhafter Geruch nach Ammoniak bemerkt, der sich indessen allmählich verlor. „Kalk und Chlormagnesium," berichtet Hausmann weiter, „hatten ganz dieselbe Wirkung, wie blosser Kalk. Nur der Geruch nach Ammoniak fehlte gänzlich." Durch Zusatz von Steinkohlentheer wurde das Wiederauftreten und die Vermehrung der Mikroorganismen erheblich verzögert.

Die eben geschilderte Wirkung des Kalkes auf Bacterien wurde übrigens bei diesen Versuchen nur durch mikroskopische Beobachtung festgestellt, und die Frage, ob es sich hier bloss um eine zeitweilige Entwickelungshemmung handelte, oder ob die wiedereintretende Entwickelung zahlreicher Bacterien und deren Vermehrung im untersuchten Canalwasser auf neue, zufällig hineingelangte Keime zu beziehen sei, konnte hiermit noch nicht als entschieden betrachtet werden.

Zum Theil vielleicht auf die eben erwähnten Beobachtungen gestützt, empfahl die 1873 in Berlin tagende Choleracommission zur Desinfection von Choleradejectionen u. s. w. unter Anderem den Aetzkalk. In der von derselben verfassten Denkschrift[3] heisst es: „Von den ferment- und keimtödtenden Substanzen eignen sich Aetzkalk und Aetznatron zur Desinfection

---

[1] *Reinigung und Entwässerung Berlins.* Hft. I. S. 152; — Dingler's *Polytechnisches Journal.* 1870. Bd. 197. S. 83; — *Deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* 1871. Bd. III. S. 271.

[2] 100 Theile Aetzkalk, 8 Theile Steinkohlentheer, 33 Theile Chlormagnesium mit Wasser gemischt, dass das Ganze 1000 Theile beträgt.

[3] Küchenmeister, *Allgemeine Zeitschrift für Epidemiologie.* 1874. Bd. I. S. 314.

verschiedener Objecte, jedoch sind diese Stoffe mit Rücksicht auf die alsbald eintretende Umwandlung derselben in kohlensaure Salze stets im Ueberschuss anzuwenden; im Durchschnitt dürften die flüssigen und festen Excremente 25 bis 30 grm gut gebrannten Kalk oder sein Aequivalent an Aetznatron in der Form einer Lauge pro Kopf und Tag erfordern, wenn die Excremente in zuvor entleerten Gruben oder Tonnen gesammelt werden. Frische Kalkmilch eignet sich zum Desinficiren von allen Gegenständen, welche damit bestrichen (geweisst) werden können." Ob der Kalk in der That eine derartige Verwendung gefunden, und mit welchem Erfolge, ist mir nicht bekannt.

Mit Erweiterung und Vervollkommnung der bacteriologischen Untersuchungsmethoden und seit dem Bekanntwerden verschiedener specifischer, in Reinculturen isolirter Infectionsträger sind auch die Angaben über die Wirksamkeit der meisten bisher empfohlenen Desinfectionsmittel im Laufe der letzten Jahre wiederholt einer genauen und gründlichen Controle unterzogen. In der dahin bezüglichen Literatur, soweit mir dieselbe zugänglich war, habe ich jedoch den Kalk nur einmal berücksichtigt gefunden, nämlich in der 1881 erschienenen Arbeit „Ueber Desinfection" von Koch. Unter einer grossen Anzahl verschiedenartiger chemischer Stoffe wurde von ihm auch das Kalkwasser auf seine Wirksamkeit den Milzbrandsporen gegenüber geprüft; nach diesen Versuchen konnte zwar ein geringer entwickelungshemmender Einfluss desselben constatirt werden, aber auch erst nach 15—20tägiger Einwirkung.[1]

Wenn man nun bedenkt, dass die Milzbrandsporen, die bekanntlich zu den resistentesten Infectionsträgern gehören, durch längere Einwirkung des Kalkwassers doch in gewissem Grade angegriffen werden, so darf man wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass manche weniger widerstandsfähige Mikroorganismen unter dem Einfluss des Kalkes in viel kürzerer Zeit und viel erheblicher in der Entwickelung gehemmt, vielleicht gar getödtet werden. Wenn man ferner erwägt, dass der Kalk erfahrungsgemäss fäulnisswidrige Eigenschaften besitzt, dass er ein relativ ungefährliches, leicht zu beschaffendes und billiges Mittel ist, so musste der Wunsch naheliegen, mit Benutzung der neueren vervollkommneten Untersuchungsmethoden seine Wirkung gewissen, weniger resistenten Infectionsträgern gegenüber experimentell zu prüfen und damit eventuell für manche der obenerwähnten, meist einfach auf Erfahrung beruhenden Beobachtungen eine rationelle Grundlage zu schaffen, sowie auch namentlich die Indicationen für seine practische Verwerthung und für deren Form näher zu präcisiren. Bei derartigen Versuchen kämen natürlich zunächst diejenigen

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 264.

pathogenen Mikroorganismen in Betracht, für die es bisher noch nicht gelungen ist, besondere Dauerformen nachzuweisen, und die aller Wahrscheinlichkeit nach solche Dauerformen auch nicht besitzen, wie z. B. die Cholerabacillen und die verschiedenen Arten der Eiterkokken, ferner aber auch solche, bei denen die als Sporen angesprochenen Gebilde sich nicht durch besondere Widerstandsfähigkeit auszuzeichnen scheinen, wie z. B. die Typhusbacillen.

Auf den Vorschlag des Herrn Geheimrath Koch stellte ich während der Frühlings- und Sommermonate 1886 im Berliner hygienischen Institut eine Anzahl von Versuchen zur Lösung der oben angedeuteten Fragen an; in der vorliegenden Arbeit finden letztere eine freilich nur theilweise Beantwortung, weil in Folge äusserer Umstände die mir zugemessene Zeit eine zu kurze war, um die Ausführung des anfänglich beabsichtigten Programms in seinem ganzen Umfange zu gestatten. Nichtsdestoweniger entschloss ich mich schon jetzt zur Veröffentlichung der von mir gewonnenen Resultate einmal, weil sie trotz ihrer Unvollständigkeit doch schon einige nicht uninteressante und beachtenswerthe Thatsachen enthalten, die angesichts der immer näher rückenden Choleragefahr vielleicht Verwerthung finden dürften, ferner aber auch, weil es mir, wenigstens für die nächste Zeit, nicht möglich ist, die fehlende Ergänzung für diese Lücken zu liefern. Zur Entschuldigung dieser und anderweitiger Mängel meiner Arbeit möge auch der Umstand dienen, dass ich die Bearbeitung des von mir gesammelten Materials erst an einem Ort vornehmen konnte, wo experimentelle Ergänzungen der Versuche nicht mehr ausführbar waren.

Ehe ich aber zur Mittheilung der von mir angestellten Versuche schreite, erlaube ich mir, dem Herrn Geheimrath Koch meinen tief empfundenen Dank für die freundliche Unterstützung und die vielfache Anregung, die ich während der Zeit meines Aufenthaltes in seinem Institut genossen, auszudrücken.

Um mich vor allen Dingen mit der Technik der neueren Untersuchungsmethoden vertraut zu machen und zugleich an der Hand derselben die Virchow-Hausmann'schen Beobachtungen nachzuprüfen, stellte ich zunächst eine Reihe von Versuchen an, wobei mir als Versuchsobjecte faulende Bouillon und Canalwasser aus den Berliner Canalisationsanlagen dienten. Die erstere bereitete ich mir durch Infection von neutralisirter Rinderbouillon mit Spreewasser; das Canalwasser ist — je nach der Jahreszeit — stets mehr oder weniger reich an Mikroorganismen der verschiedensten Art. In beiden Fällen hatte ich es mit Gemischen von Bacterien zu thun, die höchst wahrscheinlich auch nicht frei von Sporen waren.

Den Kalk wandte ich sowohl bei diesen Vorversuchen, als auch bei einigen späteren, mit gewissen Reinculturen angestellten, in Form von Kalkwasser an. Ich bereitete mir dasselbe, indem ich etwa 300 grm reinen Aetzkalkes in einer Schale allmählich mit etwa 3 Liter destillirten Wassers übergoss, gut umrührte, die so gewonnene Kalkmilch nach wiederholtem Schütteln in einer grossen, mit Glasstöpsel gut verschlossenen Flasche abstehen liess und dann die über dem reichlichen Bodensatz befindliche, klar abgestandene Flüssigkeit vorsichtig mittelst Pipette abhob. Die in der Folge zu jeder Versuchsreihe entnommene Menge von Kalkwasser ersetzte ich dann durch Hinzufügung einer gleichen Quantität destillirten Wassers und schüttelte die Flasche von Neuem recht stark und anhaltend. Das bei der Bereitung des Kalkwassers benutzte destillirte Wasser war nicht gekocht und daher nicht frei von Mikroorganismen; unter dem Einfluss des gelösten Kalkes gingen die letzteren aber offenbar sehr bald zu Grunde, wovon ich mich durch Impfungen mit solchem Kalkwasser in Röhrchen mit verflüssigter Nährgelatine wiederholt überzeugte: der Inhalt dieser Röhrchen blieb vollkommen steril. Der Gehalt des Kalkwassers an Calciumoxyd wurde zu verschiedenen Zeiten durch Titration mit $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure bestimmt und schwankte — zum Theil wohl in Folge der wechselnden Temperaturverhältnisse — zwischen 0·1344 und 0·1232 Proc.

Das Verfahren bei allen diesen Versuchen war im Allgemeinen folgendes: in vier Kölbchen resp. grössere Kolben füllte ich bestimmte Quantitäten einer der Versuchsflüssigkeiten und versetzte dieselben dann mit Kalkwasser in verschiedenen Verhältnissen, wobei ich durch vorsichtiges, einige Minuten andauerndes Schütteln und Schwenken möglichst innige Mischung zu bewirken suchte. Diese Gemenge, sowie auch die zu Controlimpfungen bestimmten Reste der unvermischt gebliebenen Versuchsflüssigkeiten, liess ich unter Verschluss mit Wattepfropfen bei Zimmertemperatur ruhig stehen. Um von der Vertheilung der Keime in den Gemischen ein möglichst gutes Bild zu erhalten, vermied ich von nun an jedes weitere Schütteln derselben. Sehr bald setzte sich dann am Boden, namentlich in den am reichlichsten mit Kalkwasser beschickten Gefässen ein flockiger, weisslicher Niederschlag ab, die darüberstehende Flüssigkeit klärte sich mehr oder weniger und die Oberfläche überzog sich allmählich mit einem weissen, zarten Häutchen, während der bei einigen Versuchsflüssigkeiten bemerkbare fade oder faulige Geruch, entsprechend dem stärkeren oder geringeren Kalkgehalt, sich ganz verlor, oder wenigstens deutlich verminderte. Während und nach der Mischung konnte bei keinem dieser Versuche Ammoniakentwickelung wahrgenommen werden.

In gewissen Intervallen entnahm ich nun unter den üblichen Cautelen zunächst von der Oberfläche der Gemische mittelst Platinöse je ein Tröpfchen

und impfte mit denselben vier Röhrchen mit zehnprocentiger Nährgelatine, die bei 30° C. verflüssigt war. Dann ging ich mit Capillarpipetten bis auf den Boden derselben Gefässe, sog etwa 1 ccm vom Bodensatz auf, liess zuerst ein paar Tropfen der trüben Flüssigkeit ablaufen, brachte ein Tröpfchen derselben auf die Platinöse und impfte in dieser Weise vier weitere Gelatineröhrchen. Gleichzeitig wurde jedes Mal aus dem unvermischt gebliebenen Reste der entsprechenden Versuchsflüssigkeiten ein Control-Gelatineröhrchen geimpft. Alle diese Röhrchen stellte ich nach vorsichtigem Umrühren des Inhalts, behufs schnelleren Erstarrens der Gelatine auf 5 bis 10 Minuten in Eiswasser. Während der nun folgenden mehrwöchentlichen Beobachtungszeit wurden alle Versuchsröhrchen bei Zimmertemperatur gehalten. Ich brauche wohl kaum hinzuzufügen, dass bei allen obenerwähnten Manipulationen die üblichen Cautelen, wo erforderlich, genau befolgt wurden.

Da es mir auf genaue Zählungen der in den Röhrchen gewachsenen Colonieen nicht ankam und ich es für genügend hielt, festzustellen, ob reichliches bez. spärliches oder gar kein Wachsthum eingetreten war, so wählte ich das eben beschriebene Culturverfahren, das sich schon bei früheren Gelegenheiten mir für ähnliche Zwecke hinreichend bewährt hatte. Die Methode der Plattencultur war bei diesen Versuchen schon aus dem Grunde ausgeschlossen, weil bei derselben eine relativ nur kurze Beobachtungsdauer gegeben ist. Auch das Esmarch'sche Verfahren bot mir für meine Zwecke keine besonderen Vorzüge dar.

Bei Wiedergabe der Resultate dieser Vorversuche kann ich auf einen tabellarischen Bericht verzichten und mich auf ein summarisches Referat beschränken.

a) Versuche mit faulender Bouillon.

Die Mischungsverhältnisse waren folgende:

Kölbchen A	= 25 ccm	Bouillon	+ 50 ccm	Kalkwasser.
„ B	= 25 „	„	+ 25 „	„
„ C	= 25 „	„	+ 15 „	„
„ D	= 25 „	„	+ 5 „	„

Das Kalkwasser enthielt 0·1344 Procent Calciumoxyd. Im Ganzen wurden vier Gruppen solcher Gemische untersucht (16 Kölbchen), und Impfungen der Control- und Versuchsröhrchen nach 1, 3, 6 und 21 Tagen gemacht. Die Beobachtung ergab in Kürze Folgendes:

Ausnahmslos in allen Controlröhrchen trat schon nach 24 Stunden kräftiges Wachsthum zahlloser Colonieen ein — ein Beweis dafür, dass

während der ganzen Dauer der Versuche in der Controlbouillon keine merkliche Keimabnahme stattgefunden hatte. — Von den, aus den Kölbchen A während der ersten sechs Tage geimpften Versuchsröhrchen blieb ein Theil während der ganzen Beobachtungsdauer vollkommen steril, in den übrigen zeigten sich erst spät, zuweilen nach 8 bis 11 Tagen vereinzelte Colonieen von verschiedener Art, von denen einige auch vielleicht von zufällig hineingelangten Luftkeimen herstammten; die späteren Versuche mit Reinculturen zeigten jedoch, wie gering im Ganzen die Gefahr solcher Verunreinigungen ist. In den nach 21 Tagen geimpften Röhrchen trat wieder Wachsthum sehr zahlreicher Colonieen ein, wenn auch ein wenig verzögert. Auf die Vertheilung der Keime in den Kölbchen A liessen sich aus den Impfresultaten keinerlei Schlüsse ziehen. In den, aus den Kölbchen B geimpften Versuchsröhrchen war die Zahl der Colonieen im Allgemeinen schon beträchtlich grösser, das Wachsthum aber im Vergleich zu dem in den Controlröhrchen noch deutlich verzögert; es wurde erst 2 bis 6 Tage nach der Impfung sichtbar. Die Vertheilung der Keime in den Kölbchen B anlangend, konnte constatirt werden, dass namentlich während der ersten sechs Tage die Zahl derselben im Bodensatz ungleich grösser, als in den oberen Schichten der Versuchsflüssigkeiten war. Späterhin verschwand jedoch dieser Unterschied. Die aus den Kölbchen C und D geimpften Versuchsröhrchen glichen fast in jeder Beziehung den Controlröhrchen. Auch in diesen Kölbchen war während der ersten Tage eine geringe Abnahme der Keime in den oberen Schichten der Versuchsflüssigkeiten zu bemerken.

Bei den Impfungen der Nährgelatine aus den Kölbchen konnten jedenfalls nur Spuren von gelöstem Kalk mit hineingelangen, und die durch das Umrühren der verflüssigten Gelatine ziemlich gleichmässig vertheilten Keime mussten, falls sie überhaupt noch lebensfähig waren, unter den neuen, für ihre Entwickelung günstigen Verhältnissen früher oder später zu Colonieen auswachsen. Wenn also solche Versuchsröhrchen während mehrwöchentlicher Beobachtung vollkommen steril blieben, so war ich berechtigt anzunehmen, dass die bei der Impfung eingebrachten Keime nicht mehr lebensfähig, sondern getödtet waren. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, können wir die Ergebnisse der vorstehenden Versuchsreihen in Kürze etwa so zusammenfassen: von den verschiedenen in der faulenden Bouillon vorhandenen Mikroorganismen ging bei einem anfänglichen Kalkgehalt von ungefähr 0·09 Procent der weitaus grösste Theil schon innerhalb eines Tages zu Grunde; die wenigen resistenteren Keime waren zeitweilig in ihrer Entwickelung gehemmt und vermehrten sich erst wieder nach geraumer Zeit, als vermuthlich der Gehalt an gelöstem

Kalk bis zu einem gewissen Grade abgenommen hatte. Entsprechend dem geringeren Kalkwasserzusatz (in B, C und D) blieb auch eine grössere Anzahl von Mikroorganismen entwickelungsfähig, und fand sich die Mehrzahl derselben, namentlich während der ersten Tage, in den untersten Schichten der Versuchsflüssigkeiten. Letzteres ist wohl so aufzufassen, dass die, in dem Gemisch enthaltenen, mit Eigenbewegung begabten Mikroorganismen unter dem Einfluss des anfänglich stärkeren Kalkgehalts zum Theil in ihrer Entwickelung gehemmt wurden, ihre Beweglichkeit einbüssten und zu Boden sanken, ohne jedoch völlig getödtet zu sein, hingegen Vermehrungsfähigkeit und Eigenbewegung entsprechend der Abnahme des Gehalts an gelöstem Kalk allmählich wiedererlangten.

b) Versuche mit Canalwasser.

Diese bilden im Ganzen drei Versuchsreihen, von denen ich die beiden ersten zusammenfasse, die dritte aber gesondert betrachten will, da die Anordnung derselben in mehrfacher Beziehung von den früheren abwich. Die Verhältnisse der für die beiden ersten hergestellten Mischungen waren folgende:

Kölbchen	A = 25 ccm	Canalwasser	+ 75 ccm	Kalkwasser,
„	B = 25	„	+ 50	„
„	C = 25	„	+ 25	„
„	D = 25	„	+ 15	„

Das Canalwasser zeigte neutrale Reaction, das Kalkwasser enthielt 0·1344 Procent Calciumoxyd. Impfungen der Control- und Versuchsröhrchen wurden nach 1, 3 und 11 Tagen gemacht. Es zeigte sich dabei Folgendes: In allen Controlröhrchen wurde bereits 24 Stunden nach der Impfung kräftiges Wachsthum zahlloser und verschiedenartiger Colonieen in der ganzen Ausdehnung des Nährbodens sichtbar. Die aus den oberflächlichen Schichten der Kölbchen A und B nach 1- bis 3tägiger Einwirkung des Kalkwassers geimpften Röhrchens blieben vollkommen steril, während in den entsprechenden, aus dem Bodensatz so wie in allen nach 11 Tagen geimpften Röhrchen ziemlich zahlreiche und verschiedenartige Colonieen sichtbar wurden, wobei das Wachsthum ein wenig verzögert war; es trat erst zwei Tage nach erfolgter Impfung ein. In den aus den oberflächlichen Schichten der Kölbchen C geimpften Röhrchen beobachtete ich nach 1tägiger Einwirkung des Kalkwassers völliges Sterilbleiben, nach 3tägiger spärliches und etwas verzögertes Wachsthum, nach 11tägiger aber kaum verzögertes Auftreten recht zahlreicher Colonieen.

Dagegen in den aus dem Bodensatz geimpften Röhrchen schon nach 1 tägiger Einwirkung des Kalkwassers Wachsthum recht zahlreicher Colonieen und in den später geimpften noch dichteres; in allen diesen Röhrchen wurde das Wachsthum bereits 24 Stunden nach erfolgter Impfung sichtbar. Die nach 1- und 3 tägigem Stehen der Versuchsflüssigkeiten in den Kölbchen D aus den oberflächlichen Schichten geimpften Röhrchen zeigten schon nach 24 Stunden recht zahlreiche Colonieen, während die entsprechenden aus dem Bodensatz, sowie alle nach 11 tägiger Einwirkung des Kalkwassers geimpften Versuchsröhrchen in jeder Beziehung den Controlröhrchen glichen.

Das Gesammtresultat war also im Wesentlichen ein sehr ähnliches, wie bei den früheren Versuchen. Auch hier war eine schädigende Wirkung des Kalkwassers auf die Mikroorganismen unverkennbar, nur fand sie ihren Ausdruck hauptsächlich in der alterirten Vertheilung der Keime in den Versuchsflüssigkeiten: die Impfungen aus dem Bodensatz ergaben durchweg positive Resultate, während die oberflächlichen Schichten schon bei einem anfänglichen Kalkgehalt von ungefähr 0·09 Procent während einer Reihe von Tagen keine lebensfähigen Keime enthielten. Eine vollständige und dauernde Vernichtung aller Keime fand also auch hier nicht statt.

Diese Erfahrungen bewogen mich, bei der dritten Versuchsreihe den Kalkgehalt noch etwas stärker zu nehmen. Auch fand ich es gerathen, zahlreichere Impfungen und in kürzeren Zwischenräumen anzustellen, so wie diesen Impfungen parallellaufende Kalkgehaltbestimmungen zu machen, oder, genauer gesagt, Bestimmungen des Alkaligehalts der Gemische durch Titration mit $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure (berechnet auf Calciumoxyd). Wir werden nämlich späterhin sehen, dass der Alkaligehalt wohl nur ganz anfänglich durch den gelösten Kalk allein bedingt war. Bei längerem Stehen der Versuchsflüssigkeiten und bei stärkerer Entwickelung der Mikroorganismen kamen dabei unzweifelhaft noch andere Factoren mit in Betracht. Die Titration führte ich sowohl bei diesen, als auch bei den späteren Versuchen in folgender Weise aus: unter den üblichen Cautelen wurden mittelst Pipette aus den oberen mehr oder weniger klar abgestandenen Schichten der Versuchsflüssigkeiten zwei Portionen zu je 5 ccm entnommen, in zwei Kölbchen gebracht, jedes mit einem Tropfen Dimethylorange versetzt und dann die Schwefelsäure in kleinen Mengen, schliesslich tropfenweise bis zum Eintritt deutlicher und bleibender Farbenreaction hinzugefügt. — Um aber die neue Versuchsreihe in der angedeuteten Weise ausführen zu können, bedurfte ich natürlich grösserer

Quantitäten der Versuchsflüssigkeiten. In vier Kolben wurden die Mischungen in folgenden Verhältnissen bereitet:

Kolben	A	= 100 ccm	Canalwasser	+ 400 ccm	Kalkwasser.
„	B	= 100	„	+ 300	„
„	C	= 100	„	+ 200	„
„	D	= 100	„	+ 100	„

Das hier benutzte Canalwasser reagirte schwach sauer und enthielt augenscheinlich sehr viel mehr und wahrscheinlich auch mannigfaltigere Keime, als das früher untersuchte — vielleicht in Folge der schon vorgeschritteneren Jahreszeit. Durch Zählungen von Plattencolonieen wurde die Zahl der in 1 ccm des Canalwassers enthaltenen Keime auf ca. fünf Millionen festgestellt. Impfungen aus der Control- und den Versuchsflüssigkeiten wurden im Ganzen 15 mal, und zwar fast täglich ausgeführt: die erste nach 6 Stunden, die letzte nach 17 Tagen. Titrationen des Alkaligehaltes der vier Mischungen wurden 14 mal angestellt, ebenfalls fast täglich: die erste nach 6 Stunden, die letzten nach 17, 20 und 30 Tagen.

Die Zahl der Versuche ist eine zu grosse, um ihre Resultate genauer durchzugehen, um so mehr, als sie im Wesentlichen von den früher gewonnenen nicht sehr erheblich abwichen.

Während in den Controlröhrchen innerhalb 24 Stunden nach der Impfung in der ganzen Ausdehnung des Nährbodens kräftiges Wachsthum zahlloser Colonieen sich zeigte, ist in den übrigen Versuchsröhrchen auch hier im Grossen und Ganzen ein mehr oder weniger schädigender Einfluss des Kalkwassers deutlich erkennbar. Nach 6stündiger Einwirkung desselben waren die in den Kolben A und B enthaltenen Keime zum allergrössten Theil und die im Kolben C in erheblicher Menge vernichtet, im Kolben D dagegen noch recht zahlreiche entwickelungsfähige vorhanden. In den drei erstgenannten Kolben blieb die Zahl der lebensfähigen Keime längere Zeit (8 bis 14 Tage) eine relativ spärliche, und das Wachsthum in den entsprechenden Versuchsröhrchen war ein mehr oder weniger verzögertes, dann bei auf die Hälfte und mehr reducirtem Alkaligehalt vermehrte sich ihre Zahl wieder sichtlich und schnell. Im Kolben D war eine solche Abnahme der Keime nur während der ersten drei Tage zu constatiren, dann fand aber rapide Zunahme der Mikroorganismen statt, so dass die vom 7. Tage an geimpften Röhrchen in ihrem Aussehen den Controlröhrchen vollkommen glichen.

Hinsichtlich der Vertheilung der Keime in den Versuchsflüssigkeiten wichen die Resultate dieser Versuchsreihe von den früheren ab: nirgends liess sich ein einigermaassen constanter Unterschied in dem

Keimgehalt der oberen und tiefsten Schichten nachweisen — ein Umstand, für den mir eine ausreichende Erklärung fehlt. Ich muss mich begnügen, anzunehmen, dass in dem Canalwasser zu verschiedenen Zeiten verschiedene Mikroorganismenarten vorhanden waren.

Aus dem Gehalt des Kalkwassers an Calciumoxyd und aus den Mischungsproportionen berechnet, stellte sich der anfängliche Kalkgehalt für die vier Versuchsflüssigkeiten folgendermaassen heraus: A enthielt 0·1075 Procent gelösten Kalk, B 0·1008 Procent, C 0·0896 Procent und D 0·0672 Procent. Der 6 Stunden nach erfolgter Mischung durch Titration bestimmte Alkaligehalt (auf Calciumoxyd berechnet) wurde aber durchweg etwas niedriger gefunden, was zum Theil wohl auf die schwach sauere Reaction des Canalwassers zurückzuführen ist. Derselbe verhielt sich wie folgt: in den Kolben A und B betrug er 0·1008, bez. 0·0896 Procent und fiel dann in beiden innerhalb 20 Tagen auf 0·0140 Procent, um bis zum 30. Tage wieder auf 0·0178 Procent zu steigen. In C fiel er bei einem anfänglichen Gehalt von 0·0784 Procent schon in 14 Tagen auf 0·0140 Procent, zeigte am 17. und 20. Tage dieselbe Stärke und stieg bis zum 30. Tage gleichfalls auf 0·0178 Procent. Im Kolben D betrug der anfängliche Alkaligehalt 0·0504 Procent, nahm im Laufe der ersten 6 Tage bis 0·0196 Procent ab, zeigte darauf eine Woche hindurch geringfügige Schwankungen und stieg vom 14. bis zum 30. Tage stetig auf 0·0280 Procent. — Es wurde also in allen vier Gemischen anfänglich ein stetiges, ziemlich erhebliches Fallen mit nachfolgendem geringen Steigen des Alkaligehaltes constatirt — eine Erscheinung, die ich auch bei den späteren Versuchen mit Reinculturen beobachtete, und auf welche ich weiter unten noch zurückkommen werde. — Betrachten wir noch einmal die Resultate der Impfungen im Zusammenhange mit den zur Anwendung gekommenen Kalkwassermengen, so finden wir auch für diese Versuchsreihe, dass ein anfänglicher Kalkgehalt von ungefähr 0·09 Procent genügte, um nach 6 stündiger Einwirkung die überwiegende Mehrzahl der in den Versuchsflüssigkeiten enthaltenen Mikroorganismen zu vernichten.

Aus allen vorhergehenden Versuchen geht somit hervor, dass entsprechend dem reichlicheren Gehalt an gelöstem Kalk auch eine grössere Anzahl der in den Gemischen befindlichen Mikroorganismen vernichtet wurde, denn anders konnte das völlige Sterilbleiben eines Theils der Versuchsröhrchen, bez. das Auswachsen nur einzelner, spärlicher Colonieen in einem anderen Theil derselben nicht gedeutet werden. — Eine vollständige und dauernde Vernichtung aller vorhandenen Keime fand nirgends statt.

Diese Resultate entsprechen im Allgemeinen den, von Virchow und

Hausmann hinsichtlich der Wirkung des Kalkes gemachten Beobachtungen, obgleich bei meinen Versuchen viel geringere Kalkmengen zur Verwendung kamen, als bei denen der genannten Autoren.

Nach Beendigung dieser Vorversuche hielt ich mich für genügend orientirt, um nun daran zu gehen, das Verhalten gewisser Reinculturen dem Kalkwasser gegenüber zu untersuchen. Von besonderem Interesse waren hier zunächst die Typhus- und Cholerabacillen. Bevor ich zur Detailbeschreibung dieser Versuche übergehe, möchte ich, um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, noch einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken. Selbstverständlich wurden bei den Vorbereitungen zu den Versuchen, sowie bei deren Ausführung, stets die nöthigen Vorsichtsmaassregeln auf das Genaueste befolgt, auch dort, wo in den nachfolgenden Berichten solches nicht ausdrücklich hervorgehoben ist. Die Anordnung der Versuche war im Wesentlichen dieselbe wie bei den oben geschilderten Vorversuchen. Zur jedesmaligen Herstellung der Versuchsflüssigkeiten verwandte ich etwa 50 ccm schwach alkalischer, in einem Kölbchen sterilisirter Rinderbouillon. Diese Nährflüssigkeit inficirte ich aus charakteristischen Typhus-, bez. Choleracolonieen von Platten, die zu dem Zweck eigens angelegt waren, und nachdem reichliche Vermehrung der Keime durch eintretende Trübung der Bouillon constatirt war, verdünnte ich diese Bouilloncultur durch Vermischen mit reichlich $1^1/_2$ Liter destillirten Wassers, welches durch vorhergehendes mehrstündiges Kochen in grossem Kolben auf freier Flamme sicher sterilisirt war. Durch vorsichtiges und einige Minuten andauerndes Schütteln und Schwenken des Kolbens suchte ich eine möglichst vollständige und gleichmässige Vertheilung der Keime zu erzielen. Von der so bereiteten Aufschwemmung brachte ich dann gewisse abgemessene Quantitäten in vier Erlenmeyer'sche Kolben und setzte Kalkwasser in verschiedenen Verhältnissen hinzu. Den Rest der Aufschwemmung hob ich zum Zweck von Controlimpfungen in einem Kölbchen auf. Wie wichtig — beiläufig gesagt — bei derartigen Versuchen parallellaufende Controlimpfungen sind, zeigte die zweite, mit Typhusbacillen angestellte Versuchsreihe, in der die Zahl der Colonieen in den Controlröhrchen ziemlich schnell und stetig abnahm, ohne dass ich für diese Erscheinung, die ich übrigens nur bei dieser Versuchsreihe beobachtete, einen stichhaltigen Grund anzuführen wüsste; die Bereitung der Bouillon und der Aufschwemmung war meines Wissens genau in derselben Weise geschehen, wie bei den übrigen Versuchsreihen. — Zu Anfang jeder Versuchsreihe bestimmte ich annähernd die Zahl der in 1 ccm der

Controlflüssigkeit enthaltenen Keime durch Zählung von Plattencolonieen, wobei diese Platten mir gleichzeitig als Maassstab für die Reinheit der Culturen in den Aufschwemmungen dienten. — Um bei der Impfung stets eine möglichst gleich grosse Quantität der Versuchsflüssigkeit in die Gelatineröhrchen zu bringen, bediente ich mich eines, am Ende in eine sehr flache Spirale auslaufenden Platindrahtes. Angesichts der zahlreichen Impfungen fand ich die Entnahme des Impfmaterials mittelst Platinöse zweckmässiger und weniger zeitraubend, als mittelst Pipette; es hätte immer eine grössere Anzahl sterilisirter Pipetten vorräthig sein müssen, während ein Platindraht, der nach jedesmaligem Gebrauch in der Flamme schnell ausgeglüht wurde, vollkommen ausreichte, und mir ausserdem während der Impfung gleichzeitig zum Umrühren behufs besserer Vertheilung der Keime diente; auch schienen mir bei dieser Form der Impfung zufällige Verunreinigungen sicherer ausgeschlossen. Durch Versuche hatte ich festgestellt, dass bei jedesmaligem Eintauchen des Drahtes in die Flüssigkeit $^1/_{20}$ ccm derselben durch die spiralige Oese erfasst wurde. So liess sich denn auch leicht durch Rechnung annähernd die Minimalzahl der in den Versuchsröhrchen voraussichtlich zu erwartenden Colonieen feststellen, vorausgesetzt, dass keine Keime zu Grunde gegangen waren.

Die Impfungen, Titrationen des Alkaligehaltes und die weitere Beobachtung der Versuchsröhrchen geschahen dann in ähnlicher Weise wie bei den früheren Versuchen. Auch hier hielt ich alle Versuchsflüssigkeiten und -röhrchen ausschliesslich bei Zimmertemperatur; da dieser Theil meiner Untersuchungen Anfang Juni begann und sich bis in die zweite Hälfte des August erstreckte, so war die Temperatur im Zimmer die ganze Zeit über relativ hoch; sie betrug mit Ausnahme weniger Nachtstunden meist 20° C. oder mehr, wodurch das Wachsthum der Colonieen natürlich begünstigt wurde.

a) Versuche mit Typhusbacillen.

Eingedenk des Umstandes, dass die bei den Vorversuchen in Anwendung gekommenen Kalkwassermengen nicht ausgereicht hatten, um eine völlige Vernichtung aller Keime zu bewirken, glaubte ich bei den Versuchen mit Typhusbacillen mit einem mindestens ebenso starken Kalkgehalt operiren zu müssen. Ich wählte also für die Mischung dasselbe Verhältniss wie bei der dritten Versuchsreihe mit Canalwasser, nämlich 1:4, 1:3, 1:2, 1:1. Während aber in allen Controlröhrchen nach 24 Stunden durchweg kräftiges Wachsthum zahlloser Colonieen eintrat, ergaben alle sieben Reihen von Impfungen aus den oberflächlichen und tiefsten Schichten der Gemische (im Ganzen

56 Versuchsröhrchen) hinsichtlich der ausgesäten Typhuskeime ausnahmslos negative Resultate: 45 dieser Röhrchen blieben während mehr als 2wöchentlicher Beobachtung vollkommen steril, in den übrigen 11 zeigten sich nach mehreren Tagen ganz vereinzelte Colonieen, und zwar meist auf der Oberfläche, von denen ausnahmslos festgestellt wurde, dass es keine Typhuscolonieen waren. Dieses Verhältniss der verunreinigten zu den steril gebliebenen Röhrchen illustrirt recht anschaulich, wie gering im Grunde — auch trotz des immerhin ziemlich complicirten Verfahrens, das bei diesen Versuchen unvermeidlich war — die Gefahr solcher zufälliger Verunreinigungen ist, und wie wenig durch dieselben das Gesammtbild der Untersuchungsresultate getrübt oder verdeckt erscheint.

Ich schritt nun zu einer neuen Versuchsreihe, und mischte hier die Typhusaufschwemmungen mit dem Kalkwasser in den Verhältnissen von 4:4, 4:3, 4:2 und 4:1.[1] Das Resultat war fast in jeder Bezie-

[1] Zur Vergleichung mit den Titrationsresultaten der späteren Versuche erlaube ich mir, hier die betreffenden Ergebnisse dieser beiden Versuchsreihen mitzutheilen:

I.

Das Kalkwasser enthielt 0·1232 % Calciumoxyd. In den Mischungen wurde gefunden:

	A	B	C	D
Durch Berechnung:	0·0986 Proc.	0·0924 Proc.	0·0821 Proc.	0·0616 Proc.
Durch Titration:				
Nach 8 Stunden	0·0980	0·0924	0·0840	0·0672
„ 1 Tage	924	868	728	588
„ 2 Tagen	924	868	700	588
„ 3 „	896	840	672	532
„ 4 „	896	840	616	476
„ 6 „	840	728	588	420
„ 8 „	784	672	560	308

II.

Das Kalkwasser enthielt 0·1260 % Calciumoxyd. In den Mischungen wurden gefunden:

	A	B	C	D
Durch Berechnung:	0·0630 Proc.	0·0540 Proc.	0·0420 Proc.	0·0252 Proc.
Durch Titration:				
Nach 3 Stunden	0·0644	0·0560	0·0448	0·0280
„ 1 Tage	616	560	420	252
„ 2 Tagen	560	504	392	224
„ 3 „	560	476	336	196
„ 4 „	504	448	308	168
„ 5 „	476	420	280	140
„ 8 „	392	336	196	56

In beiden Versuchsreihen ist der durch Titration bestimmte anfängliche Alkali-

hung ein gleiches nur mit dem Unterschiede, dass hier in den Controlröhrchen, wie schon oben erwähnt, eine allmähliche Abnahme der Zahl der Colonieen beobachtet wurde. Ganz beweiskräftig waren somit diese Versuche nicht, da die Typhuscultur, wenigstens in der Controlflüssigkeit, schon an sich offenbar weniger lebenskräftig und entwickelungsfähig war, als in der ersten und, wie wir gleich sehen werden, auch in der dritten Versuchsreihe. Nichtsdestoweniger glaubte ich bei der letzteren den Kalkgehalt noch verringern zu müssen, und der Erfolg zeigte in der That, dass innerhalb der nun gewählten Mischungsverhältnisse die Grenze der Kalkwirkung lag.

Dieselben waren hier folgende:

Kolben	A	= 400 ccm	Typhusaufschwemmung	+	100 ccm	Kalkwasser.
„	B	= 400	„	+	50	„
„	C	= 400	„	+	25	„
„	D	= 400	„	+	10	„

Der Gehalt des Kalkwassers an Calciumoxyd betrug 0·1260 Procent. 1 ccm der Typhusaufschwemmung enthielt 1,200,000 Keime. Beiläufig gesagt, hätten sich also bei gleichmässiger Vertheilung derselben in den Versuchsflüssigkeiten, vorausgesetzt, dass alle vorhandenen Keime lebensfähig geblieben waren, in jedem der aus A geimpften Versuchsröhrchen mindestens 48,000 Colonieen entwickeln müssen und in den aus dem Kolben B, C und D inficirten sogar noch zahlreichere. — Von der wenigstens anfänglichen Reinheit der Bouilloncultur und der Aufschwemmungen glaube ich überzeugt sein zu können, da erstlich eine aus derselben Plattencolonie, welche zur Infection der Bouillon gedient hatte, stammende Stichcultur, auf Kartoffeln übertragen, charakteristisches Typhuswachsthum zeigte, und ferner weil die aus der Aufschwemmung behufs Zählung angelegten Platten Reinculturen repräsentirten, sowohl was das Aussehen der Colonieen bei schwacher Vergrösserung betraf, als auch speciell dem charakteristischen Oberflächenwachsthum nach.

Der Uebersichtlichkeit wegen habe ich die Ergebnisse dieser Versuchsreihe in der Tabelle I zusammengestellt. Zur leichteren Orientirung möge Folgendes dienen: Die vier mit A, B, C und D bezeichneten Haupt-

---

gehalt fast stets etwas höher, als der durch Berechnung gefundene, trotzdem dass zwischen der Bereitung der Mischungen und den ersten Titrationen ein Zeitraum von einigen Stunden lag, innerhalb welcher sicherlich schon eine, wenn auch geringe, Abnahme des Gehaltes an gelöstem Kalk stattfand. Durchgängig sehen wir ferner eine allmähliche Abnahme, in keinem Falle aber ein schliessliches Steigen desselben.

abtheilungen der Tabelle enthalten die Resultate der Impfungen und Titrationen aus den entsprechenden Kolben. Die Angaben in den mit „oben“ und „unten“ bezeichneten Rubriken entsprechen den aus den oberflächlichen, bez. tiefsten Schichten der Versuchsflüssigkeiten gemachten Impfungen. Unter „Wachsthum“ ist die Anzahl der zur Entwickelung gelangten Colonieen und, wo thunlich, die Art derselben verzeichnet; „0“ bedeutet dabei absolutes Sterilbleiben. Die dazu gehörende Rubrik „T“ giebt die Beobachtungsdauer, bez. die Zeit bis zum ersten Sichtbarwerden der Colonieen in Tagen an; im letzteren Falle war die Beobachtungsdauer in der Regel dieselbe, wie diejenige bei den steril gebliebenen Röhrchen desselben Versuches, mit Ausnahme einzelner Fälle, wo ein Röhrchen behufs genauerer Untersuchung schon früher geöffnet werden musste. Jeder der vier Hauptgruppen der Tabelle ist noch eine Rubrik eingefügt, die den durch Titration bestimmten und auf Calciumoxyd berechneten Alkaligehalt der Kolbenflüssigkeiten an den betreffenden Versuchstagen in Procenten angiebt. Die übrigen Rubriken bedürfen keiner besonderen Erklärung. — Die Art der Colonieen in den nicht steril gebliebenen Röhrchen konnte ich in der Tabelle nur theilweise andeuten, ohne befürchten zu müssen, die Uebersichtlichkeit derselben zu beeinträchtigen. Hinsichtlich der in der Tabelle nicht besonders gekennzeichneten Art des Wachsthums sind daher noch einige erläuternde Bemerkungen nothwendig. In allen Controlröhrchen wurden in der ganzen Ausdehnung des Nährbodens schon nach einem Tage zahllose Pünktchen wahrnehmbar, die bald zu kleinen, deutlich erkennbaren Colonieen heranwuchsen und an der Oberfläche schliesslich durch Confluiren einen dünnen, graulichweissen, homogenen Ueberzug bildeten, der nur in dem Controlröhrchen des letzten Versuches hie und da bräunlich gestreift erschien; es waren also mit der Zeit Verunreinigungen in die Controlflüssigkeit gelangt, wahrscheinlich während des öfteren Lüftens des Wattepfropfens. Im Laufe der ganzen etwa vierwöchentlichen Beobachtungszeit änderten alle diese Culturen ihr Aussehen wenig oder gar nicht und blieben vollkommen fest. Die beiden im 6. Versuche aus dem Kolben A geimpften Versuchsröhrchen enthielten in den oberflächlichen Schichten neben einigen Schimmelpilzcolonieen auch einzelne andere, wie es schien, nicht verflüssigende. Es wurden daher aus dem vorher geschüttelten Kolbeninhalt Platten angelegt, die zum Theil Schimmelpilzcolonieen, zum Theil aus Kokken bestehende, langsam verflüssigende Colonieen zeigten; es gelang aber nicht, darunter Typhuscolonieen nachzuweisen. Gleichfalls mittelst Platten wurde constatirt, dass die in den letzten beiden Versuchen aus B und C stammenden Colonieen lediglich Verunreinigungen waren; auch hier konnten keine Typhuscolonieen gefunden werden. Ausdrücklich hebe

ich hervor, dass unter den zwölf Colonieen in den Röhrchen C des fünften Versuches keine einzige Typhuscolonie sich befand, während weiter oben im zweiten Versuche unter den drei, mittelst Kartoffelcultur controlirten Colonieen eine zweifellose Typhuscolonie constatirt wurde. — Das Aussehen der aus C stammenden Culturen des ersten Versuches bot vollkommen das Bild von Typhusreinculturen und veränderte sich im Laufe eines Monats nicht; genau ebenso die aus dem Kolben D geimpften Röhrchen der drei ersten Versuche. Leider habe ich es versäumt, die aus demselben Kolben beschickten Röhrchen der späteren Versuche mittelst Platten auf ihren Gehalt an Typhuskeimen zu prüfen. Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass der Kolben A eines anderen, weiter nicht erwähnten Versuches wegen, auch am fünften Tage schon etwa eine Minute lang vorsichtig geschüttelt wurde.

Schon bei flüchtigem Blick auf die nachstehende Tabelle fällt der ziemlich scharfe Contrast zwischen den Impfresultaten der ersten drei Hauptgruppen (A, B und C) im Gegensatz zu jenen der vierten (D) in's Auge. Sehen wir nun näher zu, so finden wir, dass bei reichlichem und schnellem Typhuswachsthum in allen Controlröhrchen die aus den Kolben A und B stammenden Versuchsröhrchen durchweg negative Resultate ergaben; schon nach einstündiger Einwirkung des Kalkwassers liessen sich keine entwickelungsfähigen Typhuskeime mehr constatiren. Auch nach 15 tägigem Stehen der Versuchsflüssigkeiten, wo der Alkali- bez. Kalkgehalt schon seit einer Reihe von Tagen dermaassen abgenommen hatte, dass er einem Wiederaufleben nur zeitweilig in der Entwickelung gehemmter Typhusbacillen wohl nicht mehr hinderlich sein konnte, gelang es nicht, lebens- und entwickelungsfähige Typhuskeime nachzuweisen, während andere zufällig hineingelangte Keime sich schon zu vermehren begannen. In den Kolben A und B waren also alle vorhandenen Typhuskeime schon nach einstündiger Einwirkung des Kalkwassers völlig vernichtet. — Auch in dem Kolben C fand eine gänzliche Ertödtung der Typhuskeime statt, nur erfolgte dieselbe nicht ganz so schnell wie in A und B; nach einstündiger Einwirkung des Kalkwassers waren noch recht zahlreiche Keime lebensfähig, und nach fünfstündiger Einwirkung ergab die Impfung noch eine Typhuscolonie. Später gelang es auch hier nicht mehr, lebensfähige Keime nachzuweisen. Im Kolben D sehen wir dagegen erst nach 24 stündiger Einwirkung des Kalkwassers eine deutliche, wenn auch nicht langandauernde Abnahme der lebensfähigen Typhuskeime eintreten; sehr bald stieg die Zahl der Colonieen in den Versuchsröhrchen wieder sehr erheblich, was indessen zum Theil wenigstens durch später von aussen in den Kolben gelangte Mikroorganismen bedingt war, die schon durch ihre Eigenschaft, die Nährgelatine zu verflüssigen, sich

Tabelle

Nr. des Versuches.	Dauer der Einwirkung.	Controlröhrchen.		A					B			
				oben		unten		Alkaligehalt in Proc.	oben		unten	
		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.		Wachsth.	T.	Wachsth.	T
1	1 Stunde	zahllose	1	0	30	0	30	0·0252	0	30	0	3
2	5 Stunden	„	1	1 Schimmelpilzcolonie	4	0	30	—	0	30	0	3
3	1 Tag	„	1	0	30	0	30	0·0224	2 Kokkencolonieen	2	0	3
4	3 Tage	„	1	0	28	0	28	0·0168	0	28	0	2
5	7 „	„	1	1 Schimmelpilzcolonie	5	0	24	0·0084	zieml.zahlr. verflüss. Colonieen	4	zieml.zahlr. verflüss. Colonieen	
6	15 „	„	1	Schimmelpilz- u. einzelne andere Colon.	7	Schimmelpilz- u. einzelne andere Colon.	7	0·0056	zahlr. verflüss. Col.	2	zahlr. verflüss. Col.	

von den Typhusbacillen unterschieden. — Hinsichtlich der Vertheilung der Keime in den Versuchsflüssigkeiten giebt uns die vorstehende Tabelle nicht genügende Anhaltspunkte, um ähnliche Schlussfolgerungen ziehen zu können, wie bei der Mehrzahl der Vorversuche. — Die Titrationen ergaben, dass der Alkaligehalt der Mischung A, die bis zuletzt so gut wie steril blieb, stetig abnahm; in B, wo schliesslich wieder ziemlich reichliche Entwickelung von Mikroorganismen sich einstellte, sistirte die Abnahme des Alkaligehaltes vom 7. Tage an; in C und D fiel derselbe bis zum 7. Tage ein wenig, um dann, entsprechend dem zunehmenden Keimgehalt, wieder etwas zu steigen.

Um aus den Ergebnissen der vorstehenden Tabelle einen Schluss auf den zur Vernichtung der Typhusbacillen erforderlichen Minimalgehalt an gelöstem Kalk zu ziehen, dürfen wir auch hier nicht ohne Weiteres die durch die Titration gewonnenen Resultate verwerthen. Die zur Bereitung der Aufschwemmung benutzte Bouillon reagirte schwach alkalisch, und bei einem Vergleich zwischen den durch Titration und den durch Berechnung gefundenen Werthen tritt dieser Umstand trotz seiner Geringfügigkeit deutlich zu Tage.

I.

	C					D				
Alkaligehalt in Proc.	oben		unten		Alkaligehalt in Proc.	oben		unten		Alkaligehalt in Proc.
	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	
0·0168	ca. 300	2	ca. 50	2	0·0112	zahllose	1	zahllose	1	0·0084
—	3	4	0	30	—	sehr zahlreiche	1	„	1	—
0·0112	0	30	0	30	0·0112	ca. 200	1	ca. 400	1	0·0056
0·0112	0	28	0	28	0·0112	zahllos.verflüss. Col.	1	zahllos.verflüss. Col.	1	0·0056
0·0084	6	4	6	4	0·0084	„	1	„	1	0·0084
0·0084	zahlr. verflüss. Col.	1	zahlr. verflüss. Col.	1	0·0112	„	1	„	1	0·0112

	Durch Berechnung gefundener anfänglicher Kalkgehalt.	Durch Titration nach 1 stünd. Stehen bestimmt. Alkaligehalt.
Kolben A =	0·0252 Procent.	0·0252 Procent.
„ B =	0·0146	0·0168
„ C =	0·0074	0·0112
„ D =	0·0031	0·0084

Wir sehen also auch hier, ähnlich wie bei den ersten beiden Versuchsreihen mit Typhusbacillen, dass der durch Titration bestimmte Alkaligehalt in den Kolben B, C und D etwas höher war, als der entsprechende durch Berechnung gefundene Kalkgehalt, und zwar desto höher, je grösser verhältnissmässig die Bouillonmenge gewesen. In A wurde freilich kein Unterschied constatirt, in B dagegen betrug der Kalkgehalt 88 Procent des Alkaligehaltes, in C 66 Procent, in D gar nur 36 Procent. Selbstverständlich haben wir es hier nicht mit mathematisch genauen Grössen zu thun, und die Richtigkeit dieser Berechnungen könnte in Anbetracht der kleinen Zahlen, um die es sich handelt, angezweifelt werden. Die Constanz der Beobachtung — auch bei späteren Versuchen —, sowie die beim Titriren verwendete Sorgfalt sprachen jedoch dafür, dass diese Diffe-

renzen nicht rein zufällige waren, und bewogen mich, dieselben nicht ganz unberücksichtigt zu lassen. — Mit Benutzung der durch Berechnung gefundenen Werthe sehen wir, dass ein anfänglicher Kalkgehalt von 0·0074 Procent genügte, um alle in der Versuchsflüssigkeit enthaltenen Typhuskeime dauernd zu vernichten — in diesem Falle also in 1 ccm der Versuchsflüssigkeit ungefähr eine Million Keime.

Natürlich wäre es nun sehr wünschenswerth gewesen, die gewonnenen Resultate durch weitere Versuche mit Typhusbaillen, namentlich aber mit Typhusdejectionen zu erhärten. Leider musste ich jedoch aus Zeitmangel vorläufig darauf verzichten, wenn ich noch einen Einblick in die Beziehungen der Cholerabacillen zum Kalkwasser gewinnen wollte.

b) Versuche mit Cholerabacillen.

Da mir das Verhalten der Cholerabacillen dem Kalk gegenüber noch unbekannt war, so schien es mir gerathener, Anfangs mit einem nicht zu niedrigen Kalkgehalt zu operiren. Wie sich indessen bald herausstellte, hätten auch schon die bei den letzten Typhusversuchen gewählten Mischungsverhältnisse ausgereicht.

Bei der uns jetzt beschäftigenden Versuchsreihe waren die Mischungen in folgenden Verhältnissen bereitet:

Kolben A	= 400 ccm	Choleraaufschwemmung	+ 200 ccm	Kalkwasser.
„ B	= 400	„	+ 100	„
„ C	= 400	„	+ 50	„
„ D	= 400	„	+ 25	„

Das Kalkwasser enthielt 0·1232 Procent Calciumoxyd und die Choleraaufschwemmung in 1 ccm 17,410,000 Keime, also etwa 14 mal mehr als die Typhusaufschwemmung der letzten Versuchsreihe. Die behufs Zählung aus der Aufschwemmung angelegten Platten stellten Reinculturen dar. Die Resultate der Versuche sind in der Tabelle II zusammengestellt, deren Anordnung dieselbe ist, wie bei der vorigen. Wo in den Versuchen unter A und B Wachsthum eintrat, ist die Art desselben auf der Tabelle genügend angedeutet und bedarf keiner Erklärung; besonders bemerken möchte ich hierbei nur, dass die Beobachtung auch dieser Röhrchen nichtsdestoweniger ebenso lange fortgesetzt wurde, wie die der steril gebliebenen desselben Versuches. — Unter C habe ich für eine Anzahl von Versuchen (2, 3, 5 und 7) durch Anfertigung von Stichculturen, Culturen im hängenden Tropfen und durch mikroskopische Präparate festgestellt, dass die

betreffenden Röhrchen ausschliesslich oder in überwiegendster Mehrzahl Choleracolonieen enthielten. Ein Gleiches kann ich für das Controlröhrchen, sowie für die aus C geimpften Röhrchen des 8. Versuches als erwiesen ansehen; auch für die aus D geimpften Röhrchen desselben Versuches ist der Beweis des Vorhandenseins ziemlich zahlreicher Choleracolonieen geliefert: Platten, die aus der Controlflüssigkeit und aus dem Inhalt der Kolben C und D noch nach 11 tägigem Stehen derselben angelegt waren, ergaben für die erstere und für C fast Reinculturen von Cholera und für D neben einer allerdings überwiegenden Anzahl andersartiger Colonieen auch nicht wenige unzweideutige Choleracolonieen. Von allen diesen Platten waren mehrfache Stichculturen, Culturen im hängenden Tropfen und mikroskopische Präparate angefertigt. — Alle nun auf diese Weise direct oder indirect controlirten Versuche sind auf der Tabelle durch fette Schrift hervorgehoben. — Endlich habe ich durch Beifügung eines Sternchens (*) eine Anzahl von Versuchsröhrchen gekennzeichnet, deren charakteristisches Aussehen während einer gewissen Phase der Beobachtungszeit dafür sprach, dass Choleraculturen, und zwar reine, vorlägen. Bei Impfungen von Cholera in Reagenzgläschen mit verflüssigter Gelatine wie im vorliegenden Fall, umgeben sich nämlich die tiefer gelegenen Colonieen, wenn sie nicht in zu grosser Anzahl vorhanden sind, einige Tage nach ihrem ersten Sichtbarwerden mit zarten, Anfangs kaum erkennbaren und sehr langsam sich vergrössernden Zonen oder Höfen — eine Erscheinung, die wohl auf beginnende Verflüssigung des umgebenden Nährbodens zu beziehen ist. Ist die Anzahl der verimpften Keime dagegen eine sehr grosse, so dass die Gelatine von Colonieen dicht durchsetzt oder gar fast homogen getrübt erscheint, so gewinnt letztere, während in den obersten Schichten schon Verflüssigung eintritt, in den scheinbar noch ganz festen Partieen ein eigenthümlich feingewelltes Aussehen, das zuweilen erst deutlich wahrnehmbar wird, wenn man das Röhrchen bei durchfallendem Licht betrachtet, besonders wenn man einen dunklen Streifen, z. B. einen Theil des Fensterkreuzes durch die Gelatine des senkrecht gehaltenen Röhrchens zu beobachten sucht und dabei gleichzeitig mit dem letzteren leichte drehende, auf- und absteigende oder seitliche Bewegungen macht. Diese Erscheinung ist wohl auf eine durch die zahllosen kleinen Verflüssigungscentra alterirte Lichtbrechung zurückzuführen, und ist zwar keine specifische Eigenthümlichkeit der Choleraculturen, wurde jedoch von mir bei Gelegenheit früherer Untersuchungen, wo ich derartige Culturen in verflüssigter Gelatine mit einer grösseren Anzahl verschiedener Mikroorganismen anlegte, ausser bei den Cholerabacillen nur noch bei dem Spirillum tyrogenum (Deneke) und in ziemlich ähnlicher Weise bei einer anaëroben Spaltpilzart beobachtet; bei Spirillum Finkler war sie nicht deutlich

Tabelle

Nr. des Versuches.	Dauer der Einwirkung.	Controlröhrchen.		A					B			
				oben		unten		Alkaligehalt in Proc.	oben		unten	
		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.
1	6 Stund.	zahllose *	1	0	30	0	30	0·0420	1 Schimmelpilzcol.	4	1 Kokken-Colonie.	8
2	1 Tag	„ *	1	0	29	0	29	—	0	29	0	29
3	2 Tage	„ *	1	0	28	0	28	0·0392	0	28	0	28
4	3 „	„ *	1	0	27	0	27	—	0	27	0	27
5	4 „	„ *	1	0	30	0	30	0·0364	0	30	0	30
6	5 „	„ *	1	0	29	0	29	—	1 orangegelbe Col.	14	0	29
7	6 „	„ *	1	0	28	0	28	0·0336	0	28	0	28
8	8 „	zahllose *	1	0	26	0	26	0·0280	0	26	0	26
9	20 „	„ *	1	1 Schimmelpilzcol.	4	0	23	0·0112	1 festbleibende Col.	3	0	23

erkennbar, und bei den übrigen, damals gleichzeitig untersuchten verflüssigenden Mikroorganismen vermisste ich sie ganz. — In der vorstehenden Tabelle sehen wir dementsprechend auch unter D, dass die Versuchsröhrchen mit dem Auftreten anderer, die Gelatine gleichfalls verflüssigender Mikroorganismen das charakteristische, eben geschilderte Aussehen verlieren, während in den Röhrchen, welche, durch anderweitige Controlproben constatirte Reinculturen von Cholerabacillen enthielten, diese Erscheinung niemals fehlte. Ich hielt mich daher für berechtigt, dieselbe auch hier als ein die Diagnose unterstützendes Moment zu verwerthen. — Schliesslich erwähne ich noch, dass die Kolben C und D am 11. Versuchstage und der Kolben A am 16. und 19. Versuchstage etwa eine Minute lang vorsichtig geschüttelt wurden.

Noch prägnanter als auf der ersten tritt uns die vernichtende Wirkung des Kalkwassers in Tabelle II entgegen. Während in der Controlaufschwemmung die Cholerabacillen sich 20 Tage hindurch kräftig und entwickelungsfähig erhielten, blieben alle Impfungen aus den Mischungen A und B, wenn man von einigen vereinzelten Verunreinigungen absieht, während einer 23 bis 30 tägigen Beobachtungszeit völlig steril, wobei ich noch einmal daran erinnern möchte, dass der Kolben A am 16. und

I.

	C					D				
Alkaligehalt in Proc.	oben		unten		Alkaligehalt in Proc.	oben		unten		Alkaligehalt in Proc.
	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	
0·0280	0	30	0	30	0·0168	ca. 400*	2	zahllose*	2	0·0112
—	0	29	1*	2	—	ca. 200*	1	„ *	1	—
0·0252	0	28	6*	2	0·0140	ca. 300*	1	„ *	1	0·0112
—	0	27	0	27	—	zahllose*	1	„ *	1	—
0·0224	ca. 200*	2	5*	2	0·0112	zahllose	1	zahllose	1	0·0140
—	16*	3	50*	3	—	„	1	„	1	—
0·0168	sehr zahlreiche*	1	sehr zahlreiche*	1	0·0112	„	1	„	1	0·0140
0·0112	zahllose *	1	zahllose *	1	0·0140	zahllose	1	zahllose	1	0·0168
0·0084	zahllose *	1	zahllose*	1	0·0168	zahllose	1	zahllose	1	0·0168

19. Versuchstage geschüttelt war. Wir können also mit Sicherheit annehmen, dass in den Kolben A und B alle Keime, und zwar schon nach 6 stündiger Einwirkung des Kalkwassers, vollständig getödtet waren. Im Kolben C blieben die nach 6 stündiger Einwirkung des Kalkwassers geimpften Röhrchen steril, ebenso die während der nächsten drei Tage aus den oberflächlichen Schichten der Versuchsflüssigkeit geimpften. Dagegen traten im Bodensatz schon nach 24 stündigem Stehen einzelne entwickelungsfähige Keime auf, die sich aber offenbar äusserst langsam vermehrten; erst am 7. Versuchstage erschienen sie wieder in zahlloser Menge. Einigermaassen befremdend ist auf den ersten Blick die relativ grosse Zahl von Colonieen in dem von der Oberfläche der Versuchsflüssigkeit C geimpften Röhrchen des 5. Versuches, während das entsprechende Röhrchen des folgenden Versuches nur 16 aufweist. Wenn man indessen erwägt, dass beim allmählichen Wiederaufleben der Keime die Eigenbewegung derselben anfänglich wohl nur sehr schwach ist, so wird ein Aneinanderhaften einer gewissen Anzahl vielleicht sogar in Vermehrung begriffener Keime und eine dadurch bedingte ungleichmässige Vertheilung in der Flüssigkeit ganz verständlich. Einer ähnlichen, wenn auch weniger auffallenden Unregelmässigkeit in der Vermehrung und Vertheilung begegnen wir in

der Reihe der aus dem Bodensatz der Versuchsflüssigkeit C geimpften Röhrchen. — Beachtenswerth ist ferner, dass, wo in den Röhrchen nur spärliches Wachsthum eintrat, dasselbe auch stets ein deutlich verzögertes war. Im Kolben C sehen wir mithin den weitaus grössten Theil der Keime zu Grunde gehen. Der geringe Rest derselben, Anfangs in der Entwickelung gestört, erholt sich allmählich bei abnehmendem Kalkgehalt der Lösung, wird kräftiger und vermehrt sich schliesslich rapide — ein recht anschauliches Bild einer durch die Art des Nährbodens bedingten zeitweiligen Entwickelungshemmung. — Eine, wenn auch geringe und schnell vorübergehende, so doch deutliche Entwickelungshemmung lässt sich auch im Kolben D constatiren. Sie findet ihren Ausdruck zum Theil in der abnorm ungleichen Vertheilung der sonst mit lebhaftester Eigenbewegung ausgestatteten und mit Vorliebe die oberflächlichen Schichten flüssiger Nährmedien aufsuchenden Cholerakeime in den Versuchsflüssigkeiten (die Mehrzahl der Keime war hier zeitweilig zu Boden gesunken), zum Theil in der geringen anfänglichen Wachsthumsverzögerung. Wir sehen hier also dasselbe Bild wie in C, nur, wenn ich mich so ausdrücken darf, in viel matteren Farben.

Wenden wir uns schliesslich zu den Resultaten der Titrationen, so werden wir auch hier zunächst feststellen müssen, in welchem Verhältnisse der wirkliche Gehalt an Calciumoxyd zu dem durch Titration bestimmten Alkaligehalt stand. Da zwischen der Bereitung der Mischungen und der Ausführung der ersten Titration sechs Stunden verflossen waren, so durfte ich wohl mit Sicherheit annehmen, dass ein Theil des gelösten Kalkes bereits ausgeschieden war. Die Resultate dieser Titrationen hätten mithin niedriger ausfallen müssen als die entsprechenden durch Berechnung gewonnenen Werthe, falls nicht der geringe Alkaligehalt der zur Aufschwemmung benutzten Bouillon hinreichte, um dieses Deficit zu decken. Die Zusammenstellung der genannten Zahlenwerthe ergab Folgendes:

	Durch Berechnung gefundener anfänglicher Kalkgehalt.	Durch Titration nach 6stünd. Stehen bestimmt. Alkaligehalt.
Kolben A =	0·0411 Procent.	0·0420 Procent.
„ B =	0·0246	0·0280
„ C =	0·0137	0·0168
„ D =	0·0072	0·0112

In A betrug ersterer 98 Procent des letzteren, in B 88 Procent, in C 81 Procent und in D 64 Procent. Wir sehen hier also ein ähnliches Verhältniss wie bei dem letzten Typhusversuch, wenn wir die Mischungsverhältnisse berücksichtigen.

Fragen wir nun, welcher Gehalt an gelöstem Kalk erforderlich war, um alle in der Versuchsflüssigkeit vorhandenen Cholerakeime völlig und dauernd zu vernichten, so finden wir mit Benutzung der durch Berechnung gewonnenen Werthe, dass ein anfänglicher Gehalt von nur 0·0246 Procent bei sechsstündiger, vielleicht auch schon bei kürzerer Einwirkung dieser Forderung vollkommen entsprach, und zwar in einer Aufschwemmung, die in 1 ccm ungefähr 14 Millionen Keime enthielt. Ein anfänglicher Kalkgehalt von 0·0137 Procent bewirkte erhebliche und geraume Zeit andauernde, ein solcher von 0·0072 Procent nur unbedeutende und schnell vorübergehende Entwickelungshemmung. — Besonderes Gewicht lege ich hier noch darauf, dass im Kolben B der Alkaligehalt bereits am 9. Versuchstage dem anfänglichen im Kolben D gleichgekommen war und im Laufe der folgenden zwölf Tage noch etwas weiter hinabging, mithin dem Wiederaufleben und der Vermehrung etwa noch nicht völlig getödteter Keime nichts im Wege stand. Das Sterilbleiben der am 21. Versuchstage aus B geimpften Röhrchen gewinnt daher in Anbetracht dieses Umstandes noch mehr Bedeutung.

Hinsichtlich des Antheiles etwaiger Stoffwechselproducte der Cholerabacillen an der alkalischen Reaction der Versuchsflüssigkeiten, namentlich in den späteren Stadien möchte ich an dieser Stelle noch eine kurze Betrachtung einflechten. Schon bei der letzten Gruppe von Versuchen mit Canalwasser, sowie auf der Tabelle I sahen wir eine anfängliche stetige Abnahme und schliessliches geringes Steigen des Alkaligehaltes in allen Fällen, wo eine Wiederzunahme der Mikroorganismen stattfand. Dagegen beobachteten wir in der ersten Rubrik der Tabelle I und in den beiden ersten Typhus-Versuchsreihen, wo alle Impfungen negative Resultate ergaben, nur eine stetige Abnahme des Alkaligehaltes ohne nachträgliche Zunahme desselben. Der gleichen Erscheinung begegnen wir nun auch hier. In den Kolben A und B, in denen alle Keime zu Grunde gegangen waren, sehen wir eine stetige Abnahme des Alkaligehaltes, die wohl zweifellos durch allmähliche Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft und dadurch bewirkte Bildung von unlöslichem kohlensaurem Kalk bedingt war. Im Kolben C dagegen sistirte die Abnahme des Alkaligehaltes ziemlich gleichzeitig mit dem reichlicheren Auftreten entwickelungsfähiger Keime und stieg parallel der Vermehrung letzterer. In D konnte überhaupt keine Abnahme, sondern nur ein Steigen des Alkaligehaltes constatirt werden; mit sichtlicher Vermehrung der Keime stieg auch hier derselbe nicht unbeträchtlich, und zwar über den anfänglichen hinaus. Wenn wir annehmen, dass der Gehalt an gelöstem Kalk in diesen beiden Kolben zum Theil durch Verbindung mit der von den Mikroorganismen gelieferten

Kohlensäure, zum Theil durch allmähliche Aufnahme derselben aus der Luft, in demselben Verhältniss abnahm wie in den Kolben A und B, so müssen wir die trotzdem eintretende Zunahme des Alkaligehaltes in C und D und in den analogen Fällen der früheren Versuchsreihen als eine Leistung der sich stark vermehrenden Mikroorganismen ansehen.

In biologischer Hinsicht wäre es interessant zu eruiren, worin die specifische vernichtende Wirkung des Kalkes auf die Mikroorganismen besteht, und welcher Art die dabei sich abspielenden Vorgänge sind. Vielleicht wären directe Beobachtungen von Culturen im hängenden Tropfen unter dem Mikroskop geeignet, um Licht in diese Frage zu bringen. — In hohem Grade unwahrscheinlich ist es mir, dass die Alkalescenz der Kalklösungen an sich den Untergang der Typhus- und Cholerabacillen verursacht. Der Grad der Alkalescenz in den Lösungen, in welchen die genannten Mikroorganismen schon zu Grunde gingen, war ein so geringer, dass er den bei der Bereitung der üblichen Nährböden angenommenen wenig übertrifft. Dass ferner eine specifisch giftige Eigenschaft des Kalkes sich hierbei geltend macht, wie sie etwa dem Sublimat oder Carbolsäure zukommt, ist gleichfalls nicht anzunehmen; in Form des Chlorcalcium nimmt der Kalk sogar einen Platz in der Reihe der Nährsalze ein. Wenn wir aber den Umstand in Erwägung ziehen, dass unter den Stoffwechselproducten der Mikroorganismen die Kohlensäure eine hervorragende Rolle spielt, so liegt der Gedanke nicht fern, dass die Wirkung des Kalkes auf seiner Eigenschaft, mit Kohlensäure eine unlösliche Verbindung einzugehen, beruht, d. h., dass die Kohlensäure producirenden Microben allmählich von einer Schicht kohlensauren Kalkes umgeben und „erstickt" werden. Man könnte dann weiter gehen und sagen: ist die Menge des gelösten Kalkes hinreichend, um alle vorhandenen Mikroorganismen zu tödten, so hat damit der Vorgang vorläufig seinen Abschluss gefunden; ist das aber nicht der Fall, so können die überlebenden Keime sich weiter vermehren, durch fortgesetzte Kohlensäureproduction eine Ueberführung des unlöslichen kohlensauren Kalkes in löslichen doppeltkohlensauren bewirken und auf diesem Wege eventuell auch eine Wiederbelebung der anfänglich nur in ihrer Entwickelung gehemmten Keime herbeiführen, indem sie dieselben von ihren Kreidehüllen befreien. Vorausgesetzt, dass dieser Gedankengang den Thatsachen entspricht, so käme es gegebenen Falls nicht so sehr auf den Procentgehalt einer Flüssigkeit an gelöstem Kalk, als vielmehr auf die absolute Menge desselben an; oder mit anderen Worten, eine gewisse Menge gelösten Kalkes, die gerade hinreichend wäre, um eine bestimmte Anzahl von Mikroorganismen in der oben geschilderten Weise zu vernichten, würde vielleicht nicht mehr ausreichen, um bei

gleicher Flüssigkeitsmenge die doppelte Anzahl von Keimen zu tödten, obgleich der Procentgehalt in beiden Fällen derselbe ist. Ich erinnere hierbei an den Umstand, dass wir in Tabelle I die Wirkungsgrenze des Kalkes annähernd für einen Gehalt von 0·0074 Procent festgestellt sahen, in Tabelle II dagegen für einen solchen von 0·0246 Procent, wobei im ersten Fall in 1 ccm der Aufschwemmung ungefähr eine Million, im zweiten ungefähr 14 Millionen Keime enthalten waren. Gewiss kann dieser Unterschied ja auch darauf beruhen, dass wir es mit specifisch verschiedenen Mikroorganismen zu thun hatten, einmal mit Typhus-, das andere Mal mit Cholerabacillen. — Wie dem nun auch sei, vorläufig haben alle diese Erwägungen selbstverständlich nur die Bedeutung von Hypothesen, und es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, eine solche Auffassung zu bestätigen oder zu widerlegen.

In den bisher angestellten Versuchen konnte der Kalk seine Eigenschaften unter den günstigsten Verhältnissen entfalten. Die Keime waren in Lösungen suspendirt, und es bot sich ihnen in der von organischen Flocken oder Gerinnseln freien und relativ reinen Flüssigkeit nirgends ein Zufluchtsort, in welchem sie vor der verderblichen Kalkwirkung geschützt gewesen wären. Anders verhält es sich aber mit den Dejectionen, deren feste Bestandtheile einerseits für die Vermehrung der Keime unter Umständen einen sehr günstigen Boden bieten, andererseits aber in Folge ihrer Consistenz von dem Kalkwasser vielleicht nicht hinreichend durchdrungen werden, so dass die Desinfection nur unvollständig bleibt. Um nun die Anwendung des Kalkes zu diesem Zwecke befürworten zu können müsste zuvor nachgewiesen werden, dass derselbe bei einem einfachen Desinfectionsmodus in relativ kurzer Zeit die in den Dejectionen enthaltenen Infectionsträger völlig und dauernd vernichtet. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, stellte ich die in Folgendem beschriebenen Versuche an.

Aus mehrfachen Gründen wählte ich als Versuchsobject zunächst die Cholerabacillen, war aber gezwungen, da mir natürliche Choleradejectionen nicht zur Verfügung standen, Nährböden herzustellen, die hinsichtlich der Mischung fester und flüssiger Bestandtheile jenen einigermaassen glichen, und dabei der Entwickelung und Vermehrung der Cholerakeime möglichst günstige Bedingungen gewährten. Für diesen Zweck eignete sich ganz vorzüglich gekochtes und schwach alkalisch gemachtes Fleischwasser. Die in einer solchen, nicht filtrirten Bouillon enthaltenen Eiweissgerinnsel sind so compakt, dass sie auch durch starkes Umrühren sich nur wenig zerkleinern lassen und einen sehr grobflockigen, dicken Bodensatz bilden.

Zur Aufnahme für diese künstlichen Dejectionen dienten vier cylindrische, etwa drei Liter haltende Töpfe von emaillirtem Eisen; durch einen Versuch hatte ich festgestellt, dass die Emaille bleifrei war. — Den Kalk wandte ich in verschiedener Gestalt an: bei der ersten Versuchsreihe als etwa 20 procentige Kalkmilch, frisch bereitet aus reinem Aetzkalk; bei der zweiten als gepulverten reinen Aetzkalk; bei der dritten als rohen gebrannten Kalkstein, den ich aus einer Cementfabrik erhalten hatte, in Stücken von Erbsen- bis Wallnussgrösse. Das weitere Verfahren bei diesen Versuchen war im Allgemeinen folgendes:

Reichlich zwei Liter der obenerwähnten Bouillon wurden in einem grossen Kolben sterilisirt, mit Cholerabacillen inficirt und 24 Stunden bei 30° C. stehen gelassen. Durch Plattenculturen stellte ich dann die Reinheit der Bouilloncultur und die Zahl der in 1 ccm derselben enthaltenen Keime fest. Nachdem ich nun in die vier Töpfe (A, B, C und D) verschiedene Quantitäten von Kalk gebracht hatte, goss ich in jeden ungefähr $^1/_2$ Liter der inficirten Bouillon und suchte durch Umrühren den Kalk recht gleichmässig in der Flüssigkeit zu vertheilen. Da die Bedingungen für die Kalkwirkung bei diesen Versuchen sehr viel ungünstigere waren, als bei den früheren, so wandte ich hier auch bedeutend grössere Kalkmengen an, worüber die näheren Angaben sich bei den folgenden Tabellen finden. Nach dem Umrühren, das ich namentlich am ersten Versuchstage wiederholt vornahm, und wozu ich bei den ersten zwei Versuchsreihen Glas-, bei der letzten Holzstäbe gebrauchte, bedeckte ich die Töpfe lose mit Glasplatten und liess sie bei Zimmertemperatur in einem Schrank stehen, ohne weitere besondere Maassregeln gegen zufällige Verunreinigungen zu treffen. — Es darf hierbei nicht unerwähnt bleiben, dass beim Mischen des Kalkes mit der Bouillon sich ausnahmslos ein ziemlich starker Ammoniakgeruch bemerklich machte, der während der ganzen Dauer des Versuches nicht völlig verschwand. — Bei der zweiten und dritten Versuchsreihe hatte ich eine kleine Quantität der Cholerabouillon zu Controlimpfungen reservirt, was bei der ersten vergessen war; ich bemerkte das erst, als die Mischung mit dem Kalk beendigt und als es zu spät war, die Versäumniss nachzuholen.

Aus dieser Controlbouillon, sowie aus dem Inhalt der Töpfe impfte ich nun in gewissen Intervallen Röhrchen mit verflüssigter Gelatine, indem ich aus ersterer ein Tröpfchen, aus letzterer dagegen Eiweisspartikel entnahm und in die Röhrchen einbrachte, wobei ich mich natürlich bemühte, durch leichtes Abspülen in der oberen klaren Flüssigkeitsschicht dieselben möglichst von anhaftenden Kalktheilchen zu befreien. — Hier, wo es mir namentlich auf eine bequeme directe Beobachtung der eingebrachten Eiweisspartikel unter dem Mikroskop ankam, verliess ich das

frühere Verfahren und bediente mich der Esmarch'schen Methode.[1] In den nach derselben behandelten Röhrchen präsentirten sich die in der dünnen Gelatineschicht eingebetteten Eiweisspartikelchen als an der Wand der Röhrchen haftende Klümpchen und waren ebenso wie auch die freien Colonieen der directen Beobachtung unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung leicht zugänglich. Die Versuchsröhrchen wurden bei Zimmertemperatur gehalten und, wo nöthig, 3 bis 4 Wochen lang beobachtet. — Um die Identität der auftretenden Colonieen festzustellen, genügte fast immer die mikroskopische Untersuchung derselben bei schwacher Vergrösserung, um so mehr, als ich es ja grösstentheils mit Reinculturen zu thun hatte. In einzelnen Fällen stellte ich auch die übrigen Controlproben an. Durch die Sternchen (*) in den nachfolgenden Tabellen ist angedeutet, dass die betreffenden Colonieen ausnahmslos oder in überwiegendster Mehrzahl entweder dem charakteristischen Aussehen nach, oder auf Grund anderer Controlproben als Choleracolonieen erkannt waren. Was die Anordnung und Vertheilung der in den Versuchsröhrchen zur Entwickelung gelangten Choleracolonieen anbetrifft, so muss ich noch bemerken, dass sie im Allgemeinen, namentlich dort, wo sie nur in spärlicher Anzahl vorhanden waren, meist als von Eiweisspartikeln ausgehend angetroffen wurden. Im Uebrigen bedürfen die Tabellen keiner besonderen Erklärung und sind im Hinblick auf die früheren wohl hinlänglich verständlich.

c) Versuche mit Kalkmilch.

Die Mischungsverhältnisse waren folgende:

Topf A = 500 ccm Cholerabouillon + 500 ccm 20 procentiger Kalkmilch.
„ B = 500 „ + 100 „
„ C = 500 „ + 50 „
„ D = 500 „ + 10 „

Tabelle III.

Nr. des Versuches.	Dauer der Einwirkung.	A		B		C		D	
		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.
1	5 Min.	4*	2	ca. 100*	2	ca. 140*	2	ca. 200*	2
2	30 Min.	15*	2	15*	2	7	3	16*	2
3	2 Stund.	0	22	1 Schimmelpilzcol.	15	3*	4	8*	2
4	1 Tag	0	21	0	21	0	21	0	21
5	4 Tage	0	18	0	18	0	18	0	18

[1] *Zeitschrift für Hygiene.* Bd. I. Hft. 2.

Die Kalkmilch war zur Zeit der Mischung mit der Bouillon bereits auf Zimmertemperatur abgekühlt. In 1 ccm der Bouillon waren 99,400,000 Keime enthalten.

In dieser Versuchsreihe fehlen zwar die Controlimpfungen, doch ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass solche während der ganzen Dauer der Versuche positive Resultate ergeben hätten. Bei näherer Betrachtung der Tabelle sehen wir nun Folgendes: schon nach fünf Minuten war unter der Einwirkung der Kalkmilch die Zahl der entwickelungsfähigen Keime in allen Töpfen mehr oder weniger erheblich herabgesetzt, nach $^1/_2$ Stunde liessen sich nur noch vereinzelte entwickelungsfähige Cholerakeime nachweisen, und die wenigen überhaupt noch aufgetretenen Colonieen gehörten zum grösseren Theil anderen, gegen die Kalkwirkung vermuthlich resistenteren Mikrobenarten an. Nach zweistündiger Einwirkung der Kalkmilch constatirte ich nur noch in C und D einige entwickelungsfähige Cholerakeime, während nach 24 stündiger Einwirkung alle Impfungen vollständig erfolglos blieben; dasselbe sehen wir bei den nach vier Tagen angestellten Impfungen.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass selbst der Zusatz von nur 10 ccm 20 procentiger Kalkmilch zu einem halben Liter der künstlichen Choleradejectionen hinreichte, um völlige Desinfection zu bewirken, und zwar wahrscheinlich schon innerhalb weniger Stunden, jedenfalls aber im Laufe eines Tages.

d) Versuche mit Aetzkalkpulver.

Die Mischungsverhältnisse waren folgende:

Topf A	=	500 ccm	Cholerabouillon	+	50 grm	Aetzkalkpulver
„ B	=	500	„	+	25	„
„ C	=	500	„	+	10	„
„ D	=	500	„	+	2	„

Der Procentgehalt der Mischungen an Kalk war hier also nahezu derselbe, wie in der vorigen Versuchsreihe. Die Temperaturerhöhung während und nach der Mischung war gegen meine Erwartung eine so geringe, dass die Töpfe C und D nicht merklich und A und B nur unerheblich erwärmt wurden. Thermometrische Messungen des Inhaltes habe ich nicht angestellt. — 1 ccm der Bouillon enthielt etwa 147 Millionen Keime.

Die Controlimpfungen ergaben an beiden Versuchstagen schon nach 24 Stunden Wachsthum zahlloser Choleracolonieen. Bereits nach zehn Minuten langer Einwirkung des Kalkes sehen wir aus den Töpfen A, B

Tabelle IV.

Nr. d. Vers.	Dauer der Einwirkung.	Controlröhrchen.		A		B		C		D	
		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.
1	10 Min.	zahllose*	1	2*	3	3*	3	3*	3	zahllose	1
2	45 Min.	—	—	3*	3	5*	3	3*	3	1*	3
3	$3^1/_2$ Std.	—	—	1 gelbe	5	0	33	0	33	0	33
4	1 Tag	zahllose*	1	0	32	0	32	0	32	0	32

und C nur noch vereinzelte Keime zur Entwickelung gelangen; das Wachsthum der Colonieen war hierbei ein sehr verzögertes. In D liess sich gleichzeitig noch keine Abnahme der Keime nachweisen. Die nach 45 Minuten angestellten Impfungen ergaben in allen Töpfen fast gänzliche Vernichtung der Keime; die wenigen noch zur Entwickelung gelangten Choleracolonieen zeigten gleichfalls sehr verzögertes Wachsthum. Die nach $3^1/_2$ Stunden, bez. nach einem Tage geimpften Versuchsröhrchen blieben, abgesehen von einer zufälligen Verunreinigung, völlig steril. Also auch hier genügte der Zusatz von nur 2 grm pulverisirten Aetzkalkes, um $^1/_2$ Liter der künstlichen Dejectionen binnen $3^1/_2$ Stunden völlig zu desinficiren. Durch diese Beobachtung wird eine Lücke in der vorigen Versuchsreihe einigermaassen ausgefüllt, und ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass ein bald nach Versuch 3 (Tabelle III) eingeschalteter Versuch auch dort für D Vernichtung aller Keime ergeben hätte.

e) Versuche mit rohem, gebranntem Kalk in Stücken.

Ueber den Gehalt dieses, aus einer Cementfabrik bezogenen, frisch gebrannten Kalksteines an Calciumoxyd kann ich keine Angaben machen; wahrscheinlich enthielt er einen nicht unbeträchtlichen Bruchtheil anderer Substanzen. Der Stein war sehr hart, und es kostete einige Mühe, ihn mit dem Hammer zu zerkleinern. Ich zerschlug ihn nur so weit, als es zur Wägung der für die verschiedenen Töpfe bestimmten Quantitäten erforderlich war. Ein völliges Pulverisiren desselben vermied ich aus dem Grunde, weil ich mich davon überzeugen wollte, ob unter solchen Umständen eine wesentliche Verzögerung der Wirkung eintreten würde.

Die Mischungsverhältnisse waren dieselben, wie in der vorigen Versuchsreihe. — Nachdem ich den Kalk mit der Bouillon übergossen hatte, dauerte es trotz öfteren Umrühren ziemlich lange, bis der Kalk sichtlich zu zerfallen begann und die Flüssigkeit beim Umrühren sich merklich

trübte. An keinem der Töpfe war dabei äusserlich eine Temperaturerhöhung wahrnehmbar. — Die Bouillon enthielt in 1 ccm 43,170,000 Keime.

Tabelle V.

Nr. d. Vers.	Dauer der Einwirkung.	Controlröhrchen.		A		B		C		D	
		Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.	Wachsth.	T.
1	10 Min.	zahllose*	1	zahllose*	1	zahllose*	1	zahllose*	1	zahllose*	1
2	1 Std.	—	—	ca. 100*	2	ca. 300*	1	„ *	1	„ *	1
3	3 Std.	—	—	2 Schimmelpilzcol.	5	4 Schimmelp.- u. 5 festbl. Col.	5	4*	1	„ *	1
4	5 Std.	—	—	4 Schimmelpilzcol.	5	2 Schimmelpilzcol.	5	1 festbleib. Colonie.	8	sehr zahlreiche*	1
5	1 Tag	zahllose*	1	0	22	0	22	2 festbleib. Colonieen.	9	ca. 500*	1
6	7 Tage	„ *	1	0	16	1 Schimmelpilzcol.	3	Zahlreiche festbl. Col.	3	zahllose, aber keine deutliche Choleracol.	1

Wie wir aus der vorstehenden Tabelle ersehen, ergaben die Controlimpfungen nach 24 Stunden durchweg Wachsthum zahlloser Choleracolonieen. 10 Minuten nach erfolgter Mischung war noch in keinem der Töpfe eine deutliche Abnahme der Keime zu bemerken, und in allen Versuchsröhrchen wurde das Wachsthum der Colonieen bereits nach 24 Stunden sichtbar. Dasselbe zeigte sich nach einstündiger Einwirkung in den Töpfen C und D; in B dagegen, und in noch höherem Grade in A war die Zahl der entwickelungsfähigen Keime schon sehr vermindert, wobei das Wachsthum der Colonieen ein wenig verzögert erschien. Nach 3stündiger Einwirkung blieben die aus A und B geimpften Versuchsröhrchen, abgesehen von einigen Verunreinigungen, steril, während in C noch einige entwickelungsfähige Cholerakeime nachzuweisen waren. Nach 5stündiger Einwirkung waren auch aus C alle entwickelungsfähigen Cholerakeime verschwunden, während in D erst jetzt eine geringe Abnahme derselben eintrat, welche nach 24stündiger Einwirkung noch merklicher wurde. Nach 7tägigem Stehen der Mischungen konnte ich unter zahllosen Colonieen im Versuchsröhrchen D keine deutlichen Choleracolonieen erkennen. Leider habe ich es hier versäumt, durch fractionirt verdünnte Plattenculturen die etwaige Anwesenheit von Cholerakeimen festzustellen.

Die Kalkwirkung ist mithin in der vorstehenden Versuchsreihe, verglichen mit derjenigen der beiden ersten, eine anfänglich durchweg ver-

zögerte, und in D eine überhaupt unvollständige. Der Zusatz von 2 grm Kalk war nicht ausreichend, um die damit versetzte Menge Cholerabouillon sicher zu desinficiren. Dagegen genügte der Zusatz von 10 grm rohen gebrannten Kalkes in Stücken, um innerhalb 5 Stunden alle vorhandenen Cholerakeime in $^1/_2$ Liter der künstlichen Dejection dauernd zu vernichten.

Ehe ich weitergehe, möchte ich noch mit einigen Worten der in dieser letzten Versuchsreihe beim Umrühren der Gemenge benutzten Holzstäbchen Erwähnung thun. Es zeigte sich nämlich, dass in Folge capillarer Aufsaugung einige der bei diesen Versuchen benutzten, aus gewöhnlichem Fichtenholz geschnitzten Stäbe bald in ihrer ganzen Ausdehnung durchfeuchtet waren. Von zweien derselben, die 7 Tage lang mit den unteren Enden in dem Inhalt der Töpfe A und C gestanden und völlig durchnässt waren, entnahm ich durch Schaben ein wenig von der Substanz der oberen Enden und impfte damit zwei Röhrchen mit verflüssigter Gelatine, die dann nach der Esmarch'schen Methode behandelt wurden. Bereits nach 24 Stunden waren sie von zahlreichen Colonieen durchsetzt, unter denen sich freilich keine charakteristischen Choleracolonieen erkennen liessen. Immerhin wäre es nicht undenkbar, dass bei einer solchen Imbibition auch noch entwickelungsfähige Cholerakeime in die oberen Partieen der Stäbe hätten gelangen und eventuell Veranlassung zu Infectionen geben können. Bemerkenswerth war hierbei der starke Keimgehalt des Stäbchens A, denn die aus dem Inhalt des entsprechenden Topfes geimpften Versuchsröhrchen waren steril geblieben. Wahrscheinlich enthielt dasselbe bereits, ehe es noch zum Umrühren benutzt wurde, zahlreiche Keime, die nach der Durchfeuchtung des Stäbchens zur weiteren Entwickelung gelangten.

Fassen wir nun die wesentlichen Resultate dieser mit Typhus- und Cholerabacillen angestellten Versuche in Kürze zusammen, so gelangen wir zu folgenden Sätzen:

1) Eine wässerige Kalklösung von 0·0074 bez. 0·0246 Proc. war schon im Stande, im Laufe einiger Stunden, die erstere Typhus-, die letztere Cholerabacillen dauernd zu vernichten.

2) Cholera-Bouilloncultуren, welche zahlreiche Eiweissgerinnsel enthielten und ihrer physikalischen Beschaffenheit nach für die Kalkwirkung ein wohl mindestens ebenso ungünstiges Terrain, wie natürliche Choleradejectionen darboten, wurden gleichfalls im Laufe schon weniger Stunden durch Zusatz von 0·4 Proc. reinen Aetzkalkes bez. 2 Proc. rohen gebrannten Kalkes in Stücken dauernd und vollständig desinficirt.

3) Diese auch unter erschwerenden Umständen nicht versagende Wirkung des Kalkes kam am energischsten zur Geltung, wenn derselbe als pulverisirter reiner Aetzkalk, oder als aus letzterem bereitete 20procentige Kalkmilch angewandt wurde.

Selbstverständlich genügen diese wenigen Beobachtungen nicht, um ohne Weiteres die Anwendung des Aetzkalkes zur Desinfection von Typhus- und Choleradejectionen zu empfehlen. Die Uebereinstimmung in den Resultaten der vorliegenden Versuche lässt mich aber hoffen, dass etwaige Wiederholungen derselben in vollkommenerer und beweiskräftigerer Form bestätigend ausfallen und damit dem Aetzkalk einen sowohl theoretisch als experimentell begründeten Platz in der Reihe der bisher zu diesem Zweck empfohlenen Mittel sichern werden.

Vor allen Dingen wäre durch weitere Versuche festzustellen, ob der Kalk auch in Typhus- und Choleradejectionen dieselbe vernichtende Wirkung auf die Infectionsträger ausübt, und in welcher Form seiner Anwendung diese Wirkung am schnellsten und sichersten sich vollzieht; ferner ob die dabei stattfindende Ammoniakentwickelung in der That so lästig ist, dass ihre Beseitigung wünschenswerth erscheint; letztere könnte dann vielleicht am besten durch Zusatz von Chlormagnesium erzielt werden, vorausgesetzt, dass die Kalkwirkung dadurch in keiner Weise beeinträchtigt wird. Ferner würde auch die Frage, ob schon im Darm Typhuskranker Sporenbildung stattfindet, und ob diese Sporen wesentlich resistenter als die Bacillen sind, berücksichtigt werden müssen. Besondere Beachtung würden bei derartigen Versuchen endlich die festen Bestandtheile der Dejectionen beanspruchen; man könnte hierbei vielleicht zweckmässig so zu Werke gehen, dass man die festen Partikel nach Abspülen in sterilem, destillirtem Wasser unter den nöthigen Cautelen zu einem Brei zerriebe und von letzterem ausgehend Impfungen anstellte.

Vorausgesetzt jedoch, dass der Kalk auch unter solchen Umständen sich als genügend wirksam erweist, wie ich anzunehmen geneigt bin, so ständen seiner praktischen Anwendung zu dem genannten Zweck weitere Bedenken wohl kaum im Wege, und die von der Choleracommission 1873 in Berlin ausgesprochene und Eingangs von mir erwähnte Empfehlung desselben könnte auch von den neuerdings maassgebenden Gesichtspunkten aus bestätigt werden.

Die praktische Ausführung der Desinfection stiesse auf keine erheblicheren Schwierigkeiten, als bei jedem anderen Desinfectionsmittel: in die zur ersten Aufnahme der Krankendejectionen bestimmten Gefässe wäre eine gewisse Menge gepulverten Aetzkalkes oder die entsprechende Quan-

tität starker Kalkmilch zu schütten, wobei freilich nach erfolgter Benutzung des Gefässes der Inhalt wenigstens einmal gut umgerührt werden müsste. Falls man zum Umrühren Holzstäbchen verwenden will, so wären dieselben nach dem Gebrauche wohl zu verbrennen. Da wahrscheinlich eine mehrstündige Einwirkung des Kalkes erforderlich ist, um die Infectionskeime sicher zu zerstören, so würde man gut thun, namentlich in Choleraspitälern und sonstigen Krankenhäusern grössere, womöglich metallene oder irdene Gefässe bereit zu halten, in welche der Inhalt der Nachtgeschirre nach Maassgabe der Umstände mehrmals täglich entleert werden müsste, um dort etwa 24 Stunden lang aufbewahrt zu werden und dann als unschädlich den Weg aller Abfallstoffe zu gehen. — In diese Sammelgefässe könnte man zur grösseren Sicherheit täglich noch etwa 1 bis 2 Pfund rohen, gebrannten Kalkes in Form eines groben Pulvers schütten, wobei der Inhalt gleichfalls einige Male am Tage stark umgerührt werden müsste.

Nach den Angaben von Lebert[1] schwankt während des Choleraanfalls die Zahl der Ausleerungen zwischen 3 und 20 und übersteigt selten 10 bis 12. Die Menge der jedesmaligen Ausleerung soll 120 bis 180 ^{grm} betragen, im Ganzen also durchschnittlich 1500 bis 2000 ^{grm}, wobei freilich die erbrochenen Massen nicht mit in Rechnung gezogen sind; doch bleiben sie der Quantität nach weit hinter den Ausleerungen zurück. Auch enthält das Erbrochene bekanntlich nur in seltenen Fällen Cholerabacillen. Nach dieser Berechnung wäre es hochgegriffen, wenn wir pr. Kopf und Tag 3 ^{kgrm} Auswurfstoffe annähmen, die desinficirt werden müssten. — Falls sich nun die Thatsache, dass in den obenerwähnten künstlichen Choleradejectionen 0·4 Procent Aetzkalk ausreichte, um in wenigen Stunden alle vorhandenen Cholerakeime zu vernichten, auch für natürliche Choleradejectionen bestätigen sollte, so wären zur völligen Desinfection von 3 ^{kgrm} Auswurfstoffen etwa 12 ^{grm} Aetzkalk erforderlich. Das Calcium oxydatum purissimum oder die sogenannte marmora usta kostet pr. Kilogramm 50 bis 70 Pfennige;[2] in grösseren Quantitäten bezogen, ist das Präparat noch erheblich billiger: 100 ^{kgrm} kosten 40 bis 50 Mark. 1 ^{kgrm} würde aber ausreichen, um 250 ^{kgrm} d. h. die täglichen Auswurfstoffe von ungefähr 80 Cholerakranken zu desinficiren. Sollte sich bei weiteren Untersuchungen die Nothwendigkeit eines Zusatzes von Chlormagnesium herausstellen, so würde nach den Angaben von Hausmann Chlormagnesium in zehnmal geringerer Quantität, als die angewandte Kalkmenge genügen, um jeder Ammoniakentwickelung vorzubeugen. Da das reinste Chlormagnesium

[1] *Handbuch der spec. Pathologie u. Therapie* v. Ziemssen. Bd. II. Thl. 1. S. 392.

[2] Diese und die folgenden Preisangaben sind den Preiscouranten der chemischen Fabriken von Trommsdorf in Erfurt und Merck in Darmstadt entnommen. Es muss bemerkt werden, dass hier die sogenannten Vorzugspreise gemeint sind.

nicht oder nur unerheblich theurer, als der Aetzkalk ist, und da ferner der Preis eines Hektoliter rohen gebrannten Kalkes in Cementfabriken $1^1/_2$ Mark beträgt, so würde die Desinfection der täglichen Auswurfstoffe eines Cholerakranken etwas weniger als 1 Pfennig kosten.

Unter den übrigen zur chemischen Desinfection von Choleradejectionen empfohlenen Mitteln sind noch die Carbolsäure, der Chlorkalk und die rohe Salzsäure zu nennen. Das Sublimat kann seiner eminent giftigen Eigenschaften wegen bei der Desinfection von Dejectionen nicht gut in Betracht kommen, obgleich es viel schneller und energischer keimtödtend wirkt, als alle die genannten Mittel.

In den mir zugänglich gewesenen Vorschriften über die Verwendung der Carbolsäure zu derartigen Desinfectionszwecken heisst es, dass dieselbe in Form einer 5procentigen wässerigen Lösung gebraucht werden solle. Leider fehlten mir aber dabei Angaben über das Verhältniss, in welchem diese Lösung den Excrementen zuzusetzen sei. In Flüssigkeiten suspendirte Cholerabacillen gehen schon in wenigen Minuten zu Grunde, wenn erstere einen Carbolsäuregehalt von 0·5 Procent haben. Ob aber in Dejectionen, welche grössere oder geringere Mengen fester Substanzen zu enthalten pflegen, ein solcher Gehalt an Carbolsäure genügt, um alle vorhandenen Infectionskeime zu vernichten, ist, soviel mir bekannt, experimentell noch nicht festgestellt. Selbst wenn wir aber annehmen, dass zur völligen Desinfection von Choleraexcrementen der Zusatz von 0·5 Procent Carbolsäure hinreicht, so wären 15 ^{grm} wasserfreier Carbolsäure erforderlich, um 3 ^{kgrm} Auswurfstoffe — die oben für einen Kranken angenommene Tagesquantität — unschädlich zu machen. Acid. carbol. liquid. crudum (100 Procent) kostet aber à 1 ^{kgrm} 95 Pfennige, à 100 ^{kgrm} 80 Mark. Die Anwendung derselben würde also jedenfalls immer noch etwas theuerer zu stehen kommen, als die des Kalkes, nämlich ungefähr $1^2/_5$ Pfennige pr. Kopf und Tag.

Was nun den Chlorkalk anbetrifft, so liegt mir darüber nur folgende Notiz aus den Sternberg'scheu[1] Untersuchungen vor: „Dissolve Chloride of Lime of the best quality in soft water, in the proportion of four ounces to the gallon (also eine ungefähr 3procentige Lösung). Use one pint (fast $^1/_2$ Liter) of this solution for the desinfection of each discharge in cholera, typhoid fever etc. Mix well and leave in vessel for at least ten minutes before throwing into privy-vault or water-closet. The same directions apply for the desinfection of vomited matters." — Wenn man nach Lebert's Angaben annimmt, dass ein Cholerakranker im Durchschnitt täglich etwa

[1] Desinfection and Desinfectants. *Preliminary report made by the committee of desinfectants* etc. p. 5.

zehn Ausleerungen hat, so würden nach der obigen Anweisung zur genügenden Desinfection derselben fast 5 Liter 3procentiger Chlorkalklösung erforderlich sein. 1 kgrm Calc. hypochloros. fort. kostet 40 Pfennige, 100 kgrm 27 Mark; selbst bei Zugrundelegung des Engros-Preises würde man dann die Desinfection der Excremente (ungerechnet die erbrochenen Massen) pro Kopf und Tag auf ca. 4 Pfennige berechnen müssen. Jedoch auch abgesehen davon erscheint diese Form der Anwendung nicht überall geeignet schon im Hinblick auf die grossen Flüssigkeitsmengen, mit denen man es dabei zu thun hat.

Die rohe Salzsäure zeichnet sich freilich durch ihren sehr niedrigen Preis aus, und die Thatsache, dass schon ein Zusatz von 0·05 Procent genügt, um in Flüssigkeiten suspendirte Cholerabacillen in ihrer Entwickelung zu hemmen, spricht sehr zu Gunsten dieses Mittels. Welche Mengen indessen zur völligen Desinfection von Choleraexcrementen erforderlich sind, und wie vollständig die Wirkung der Säure auf die festen Bestandtheile ist, müsste vorerst noch festgestellt werden.

Angesichts der in dieser Arbeit mitgetheilten Resultate sowie der Empfehlungen, die das Kalkwasser in der Therapie gefunden hat, wäre es von nicht geringem Interesse, das Verhalten der verschiedenen Eiterkokken und vielleicht auch der Löffler'schen Diphtheriebacillen demselben gegenüber kennen zu lernen. Freilich dürften etwaige Versuche mit letzteren, im Hinblick auf die mit ihrer Züchtung verbundenen Schwierigkeiten, nicht in der oben angegebenen Weise angestellt werden, sondern müssten wesentliche Modificationen erfahren.

Eine chemische Reaction für die Cholerabacterien.

Von

Dr. Odo Bujwid
aus Warschau.

Wenn wir zu einer Cultur der Kommabacillen in Bouillon 5 bis 10 Procent gewöhnlicher Salzsäure zugeben, so bildet sich nach einigen Minuten, oft schon nach einigen Secunden, eine schwache, rosa-violette Färbung, deren Intensität während $^1/_2$ Stunde rasch zunimmt. Diese Färbung, bald schwächer, bald stärker, bleibt einige Tage unverändert, nimmt aber in hellem Lichte eine bräunliche Nüance an. Sie erinnert am meisten an die Pepton-Reaction mit Kupfer und Kali.

Die Reaction entsteht schon in Culturen, welche 10 bis 12 Stunden alt und bei 37° cultivirt worden sind, und tritt deutlicher hervor, wenn die Flüssigkeit noch warm ist. Beim Erhitzen nimmt die Färbung rasch an Intensität zu, ein stärkeres Erhitzen aber verändert die Nüance. Dieselbe Reaction tritt auch in schon verflüssigten Gelatineculturen ein, erfordert dann aber 24 Stunden.

Wenn die Cultur nicht rein ist, namentlich wenn sie viele andere Bacterien enthält, so tritt die Reaction nicht ein.

Die morphologisch den Cholerabacterien ähnlichen Bacterien, z. B. die von Miller, Denecke, Prior-Finkler gefundenen, ferner auch die von Emmerich beschriebenen, der Bacillus anthracis, Bacillus subtilis, die Bacterien der Mäusesepticaemie, einige Mikrokokken aus der Luft, Bacterien aus Fäces bei einem choleraähnlichem Anfalle geben keine solche Reaction. Die Prior-Finkler'schen Bacterien geben nach etwas längerer Zeit eine ähnliche Färbung, diese hat aber eine bräunliche Nüance und ist viel weniger intensiv. Die aus Fäces stammenden Bacterien bilden eine gelbbraune Färbung bei starkem Erhitzen oder nach längerem Stehen.

Diese Reaction hat auch einen diagnostischen Werth, wenn wir frische, verdächtige Fäces haben und schneller die Diagnose stellen wollen, als es beim Plattenverfahren möglich ist. Es lässt sich diese Methode auch mit dem Plattenverfahren combiniren, wenn man nicht genug Zeit hat das charakteristische Wachsthum der Colonieen abzuwarten.

Wenn also die Colonieen schon zu kleinen, weissen Pünktchen gewachsen sind, was bei Zimmertemperatur nach 24 Stunden gelingt, so bringt man ein solches Pünktchen in Bouillon und cultivirt während 12 Stunden. Wenn es Cholerabacterien sind, dann entsteht die oben erwähnte Reaction.

Dieselbe Reaction entsteht auch mit anderen Mineralsäuren, wie Salpetersäure und Schwefelsäure. Beim Erhitzen mit Salpetersäure aber wird der Farbstoff leicht oxydirt und die Färbung verschwindet. Organische Säuren wie Oxalsäure, Essigsäure wirken nicht oder kaum ähnlich (z. B. Oxalsäure).

School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien.

Von

Dr. Fischer,
Marinestabsarzt.

II. Ueber einen lichtentwickelnden, im Meerwasser gefundenen Spaltpilz.

Eine interessante Erscheinung bildet das an todten Seethieren, namentlich Fischen, gar nicht selten zu beobachtende, sogenannte Selbstleuchten (Phosphoresciren), wobei dieselben im Dunkeln ein Licht ausstrahlen, welches so intensiv sein kann, dass man in der Nähe befindliche Gegenstände deutlich zu erkennen vermag. Ist das Leuchten gut ausgebildet, so macht es den Eindruck, als ob die Thiere durch und durch aus leuchtender Materie beständen, indess geht die Lichtentwickelung nur von einer an der Oberfläche derselben regelmässig vorhandenen, trüben, schleimigen Masse aus. Auch Fleisch von Schlachtthieren hat man wiederholt in ganz ähnlicher Weise leuchten sehen. Obwohl nun diese seit lange bekannte Erscheinung mehrfach zum Gegenstand der Untersuchung gemacht war, so gelang es doch erst E. Pflüger[1] uns über die Natur derselben Aufklärung zu verschaffen, indem er nachwies, dass das Leuchten durch Spaltpilze hervorgebracht wird, welche an der Oberfläche der Thiere u. s. w. wuchern.

Pflüger ist damit zugleich der Erste gewesen, welcher gezeigt hat, dass auch Spaltpilze im Dunkeln zu leuchten vermögen, während man bis dahin diese Eigenschaft nur bei einigen höheren Pilzen kannte.

---

[1] Die Phosphorescenz der lebendigen Organismen und ihre Bedeutung für die Principien der Respiration. *Archiv für die gesammte Physiologie.* Bd. X. S. 275 und Ueber die Phosphorescenz verwesender Organismen. *Ebenda.* Bd. XI. S. 222.

In dem trübweisslichen, der Oberfläche leuchtender Seefische entnommenen Schleim fand er zahllose, sehr kleine, ziemlich stark lichtbrechende, in einer klaren Gallerte eingebettete, oft in Perlschnurform angeordnete, kuglige, bez. körnige Gebilde, an denen er unter Umständen auch Eigenbewegung beobachtete. Pflüger beschränkte sich keineswegs auf den blossen Nachweis dieser von ihm als Spaltpilze erkannten und bezeichneten Gebilde, sondern stellte durch besondere Versuche fest, dass diese Organismen selbst — nicht etwa erst ein von ihnen producirter Stoff — das Leuchtende sind und, dass die Lichtentwickelung immer nur bei genügender Sauerstoffzufuhr erfolgt. Er studirte den Einfluss der Temperatur und der Fäulniss, sowie die Wirkung gewisser Chemikalien u. s. w. auf den Leuchtvorgang, übertrug das Leuchten von Seefischen auf Süsswasserfische, auf Pferdefleisch u. s. w., wobei sich die Nothwendigkeit der Anwendung einer Seesalzlösung für die Entwickelung des Leuchtens herausstellte, und beobachtete, dass auch die zu diesen Versuchen verwandten 3 procentigen Seesalzlösungen leuchtend wurden. Das an Fleisch von Schlachtthieren zuweilen vorkommende Selbstleuchten wird nach Pflüger wahrscheinlich durch dieselben Organismen bedingt und ist auf eine gelegentlich stattgehabte Infection des Fleisches durch mit den erwähnten Spaltpilzen behaftete Seefische u. s. w. zurückzuführen. Die lichtentwickelnden Spaltpilze entstammen mit den Seefischen u. s. w. dem Meere, woselbst sie, wie Pflüger auf Grund einer Reihe theils fremder, theils eigener Beobachtungen und Erfahrungen schliesst, an dem Zustandekommen des Meerleuchtens betheiligt sind.

Lassar,[1] welchem sich einige Jahre später Gelegenheit bot, leuchtendes Schweinefleisch zu untersuchen, erkannte ebenfalls Spaltpilze und zwar in Zoogloea angeordnete Mikrokokken als die Ursache des Leuchtens. Er beschreibt dieselben als scharfumgrenzte, runde, die Fäulnissbacterien an Grösse weit übertreffende Kügelchen, die vielfach einzeln, meist paarweise, sonst aber in Form von langen Streifen und compakten Colonieen vorkommen. Auf Schnitten wurden die geschilderten Gebilde überall nur da an der Oberfläche gefunden, wo vor dem Härten an dem Fleischstück die Phosphorescenz wahrzunehmen war. Das grünlich silbern schimmernde und flimmernde Leuchten, welches er mit dem eines Feuerzeugs vergleicht, auf dem ein Phosphorzündhölzchen mehrere Male hin- und hergestrichen war, konnte auf frische Fleischstücke übertragen und so weiter gezüchtet werden, wobei es indess in einer kalten Nacht erlosch. Salzwasser vermochte er, auch

[1] Die Mikrokokken der Phosphorescenz. *Archiv für die gesammte Physiologie.* Bd. XXI. S. 104.

wenn die Concentration der Lösung geändert wurde, nicht zum Leuchten zu bringen.

Weitere Mittheilungen über Bacterien als Ursache des Leuchtens von Seethieren bez. Fleisch brachten Bancel und Husson,[1] Ludwig[2] und Nüesch.[3]

Die beiden französischen Autoren wollen zwei verschiedene Arten von Mikroorganismen an leuchtenden Seethieren beobachtet haben, eine aërobe, welcher die Bildung der schleimigen Masse an der Oberfläche solcher Thiere zukomme, und eine anaërobe, welche Kohlenwasserstoff, bez. Phosphorwasserstoff producire, durch deren Oxydation die Phosphorescenz zu Stande komme. Von den letzteren, den anaëroben Gebilden, wird nur mitgetheilt, dass sie ausserordentlich klein sind; über ihr morphologisches Verhalten erfahren wir nichts.

Ludwig sah die klebrige, abwischbare Leuchtmasse wesentlich aus in lebhafter Theilung begriffenen, in Zoogloea angeordneten, sich gut färbenden Mikrokokken von $^1/_2$ bis 1 μ Durchmesser bestehen. In salzhaltigem Wasser leuchteten dieselben sehr lebhaft.

Nüesch constatirte neuerdings bei der Untersuchung von Schweinefleisch, welches mit grünem Licht leuchtete, die Anwesenheit zahlloser, kugeliger bis länglicher, beweglicher Bacterien. Die Anstekung des Fleisches war in einem Schlächterladen erfolgt, woselbst alles hineingebrachte Fleisch in kürzester Zeit (nach 6 bis 8 Stunden) leuchtend wurde, und soll von einem morschen Balken an der Decke ausgegangen sein. Das Leuchten des Fleisches dauerte bei einer mittleren Temperatur von nicht über 10° angeblich gewöhnlich 6 bis 7 Tage und verschwand erst mit Eintritt der Fäulniss.

Bereits in dem Abschnitt über die Seeluftuntersuchungen[4] ist erwähnt, dass auch das Seewasser auf der Reise nach Westindien einer systematischen Untersuchung auf Menge, Art und Beschaffenheit der darin vorhandenen pflanzlichen Mikroorganismen unterworfen wurde. Diesen Untersuchungen, deren Resultate ich in einer späteren Abhandlung mitzutheilen gedenke, lag unter Anderem auch die Absicht zu Grunde, zu erfahren, ob im Meere lichtentwickelnde Spaltpilze vorkommen, und in

[1] Sur la phosphorescence de la viande de homard. *Comptes rendus.* 1879. Bd. LXXXVIII.

[2] Micrococcus Pflügeri. *Hedwigia.* 1884. Nr. 3 und Ueber die spectroskopische Untersuchung pathogener Pilze. *Zeitschrift für Mikroskopie.* Bd. I. 1884.

[3] Ueber das leuchtende Fleisch gestorbener Thiere. *Cosmos les Mondes. Revue hebdom. des sciences.* 1878 und Ueber leuchtende Bacterien. Vortrag. Sep.-Abdruck aus der Zeitschrift *Helvetia.* Basel 1885. Referat von Zimmermann. *Botanisches Centralblatt.* Bd. XXVII. S. 161.

[4] *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 423.

welcher Beziehung dieselben zu der nach mancher Richtung hin noch wenig aufgeklärten Erscheinung des Meerleuchtens stehen. Lange Zeit hindurch blieb das Suchen danach ohne Erfolg, bis in einer am 31. Januar v. J., etwa fünf Seemeilen westlich von der dänischen Insel S. Croix, am Vormittag von der Meeresoberfläche unter den nöthigen Cautelen entnommenen Wasserprobe ein solcher Organismus gefunden wurde. Nachdem 10 Tropfen von dem Wasser in ein Reagensröhrchen mit flüssig gemachter Nährgelatine (= 1 Procent Agar-Agar und 5 Procent Gelatine) gebracht waren, wuchsen innerhalb 48 Stunden auf, bez. nahe der Oberfläche der Gelatine mehrere dicht zusammenstehende Colonieen, und wurde am 4. Februar, als das Laboratorium zu photographischen Zwecken dunkel gemacht war, deutliches Leuchten wahrgenommen, welches von einer nunmehr die ganze Gelatineoberfläche einnehmenden Bacterienschicht ausging. Mittelst der sogenannten Plattenmethode liess sich hieraus ein Mikroorganismus isoliren, dessen Culturen dadurch ausgezeichnet sind, dass sie im Dunkeln leuchten, durch dessen Verimpfung auf Fische man die Eingangs erwähnte Erscheinung des Selbstleuchtens in prachtvoller Weise regelmässig hervorrufen kann, und mit dessen Hülfe man im Stande ist, Seewasser derartig leuchtend zu machen, dass es sich ganz ähnlich verhält, wie das Wasser des Meeres bei gewissen Arten des Meerleuchtens. Auf verschiedenen Nährsubstraten habe ich diesen lichtentwickelnden Mikroorganismus durch mehr als 30 Generationen bis zum heutigen Tage fortgezüchtet und in Betreff seines Verhaltens das Nachstehende ermittelt:

Die häufigste Form bilden kleine dicke Stäbchen, deren Länge $^1/_6$ bis $^1/_4$ vom Durchmesser eines menschlichen, rothen Blutkörperchens beträgt. Die Stäbchen sind etwa 2 bis 3 Mal so lang als breit und besitzen verjüngte, abgerundete Enden. Neben den vereinzelt vorkommenden trifft man sehr häufig in Theilung begriffene, wobei das sich zur Theilung anschickende Stäbchen oft schwach gekrümmt erscheint, sowie solche, welche nach erfolgter Theilung im Zusammenhang bleiben, in welchem Falle die beiden aus der Theilung hervorgegangenen Stäbchen häufig in einem stumpfen Winkel zusammenstossen. Auch Fadenbildung findet statt, indess sind die Fäden gewöhnlich nur kurz und selten gerade, meist dagegen mehr oder weniger unregelmässig gekrümmt. Im hängenden Tropfen zeigen die Stäbchen lebhafte Bewegung, indem sie nach allen Richtungen hin das Gesichtsfeld durchschwimmen und lassen die sich gleichfalls lebhaft bewegenden Fäden deutliche Schlängelung erkennen.

Eine Anordnung in Zoogloea wird nicht selten angetroffen, dieselbe macht sich in den Culturen gewöhnlich schon makroskopisch durch Häutchenbildung bemerkbar.

Die Stäbchen färben sich mit den gewöhnlichen Anilinfarben leicht. Besonders bei der Färbung mit Methylenblau (Löffler's Universalfärbeflüssigkeit) sieht man im Innern derselben oft ungefärbte Stellen, ja zuweilen erscheinen ähnlich wie bei den Bacterien der Kaninchensepticämie, mit denen die lichtentwickelnden Stäbchen in ihrer Gestalt überhaupt eine gewisse Uebereinstimmung erkennen lassen, nur die Enden gefärbt.

Sporenbildung habe ich bisher weder in ungefärbten noch in (nach der Sporenfärbungsmethode von Neisser) gefärbten Präparaten beobachtet, indess sind die Untersuchungen nach dieser Richtung hin noch nicht abgeschlossen.

Die soeben geschilderten Stäbchen unterscheiden sich durch ihre Gestalt wesentlich von denjenigen Mikroorganismen, welche Pflüger, Lassar und Ludwig als Ursache des Leuchtens von Fischen, bez. Fleisch erkannt haben, denn wie aus der Einleitung zu ersehen ist, beschreiben sie Gebilde, die als Mikrokokken aufzufassen sind, und haben Lassar und Ludwig dieselben auch als solche bezeichnet. Ob die von Nüesch gefundenen kugeligen bis länglichen, beweglichen Bacterien mit den von mir beschriebenen Stäbchen identisch sind, dürfte bei den spärlichen morphologischen Angaben dieses Autors nicht zu entscheiden sein. Hiernach erscheint die Vermuthung wohl gerechtfertigt, dass das von den bisherigen Beobachtern untersuchte Leuchten durch andere Mikroorganismen bedingt war. Indess darf andererseits den morphologischen Angaben der genannten Autoren doch nur ein bedingter Werth beigelegt werden, da sie nicht mit Reinculturen gearbeitet haben und, da ihre Untersuchungen, zum Theil wenigstens, zu einer Zeit angestellt sind, in der mikroskopische Apparate, über die wir heute verfügen, nicht zu Gebote standen, und auch die Untersuchungstechnik noch nicht den Grad der Ausbildung erlangt hatte wie heutzutage. Unter diesen Verhältnissen wage ich es daher zunächst nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob das von den bisherigen Beobachtern studirte Leuchten durch dieselben Mikroorganismen erzeugt worden ist wie das von mir beobachtete; es wird sich indess diese Frage voraussichtlich bald beantworten lassen, da es ja nur erforderlich ist, von gelegentlich vorkommenden, leuchtenden Seefischen, bez. leuchtendem Fleisch die das Leuchten verursachenden Organismen in Reinculturen zu gewinnen und letztere mit den von mir gefundenen zu vergleichen, wozu sich mir bis jetzt leider noch keine Gelegenheit geboten hat.[1] Wenn somit zunächst diese Frage auch noch offen gelassen werden muss, so kann über die Stäbchennatur der von mir beschriebenen Organismen kein Zweifel sein, und glaube ich daher für die durch das Leuchten ihrer Culturen im Dunkeln so hervorragend gekennzeichneten Stäbchen die Bezeichnung Bacillus phosphorescens in Vorschlag bringen zu dürfen.

[1] Vgl. *Nachtrag*. S. 92.

Die lichtentwickelnden Stäbchen wachsen in Nährgelatine und zwar erfolgt das Wachsthum in der gewöhnlichen 10 procentigen Gelatine, welche meist zu den Culturversuchen verwandt wurde, verhältnissmässig langsam und ist mit einer allmählichen Verflüssigung derselben verbunden. Offenbar geht damit eine lebhafte Verdunstung der verflüssigten Massen einher, denn es kommt fast regelmässig zur Bildung von Substanzverlusten in der Gelatine, die Stäbchen fressen gewissermaassen ein Loch in dieselbe.

In bei Zimmertemperatur gehaltenen Plattenculturen sind die Colonieen gewöhnlich erst 36 Stunden nach der Aussaat als ganz kleine, mit blossem Auge soeben erkennbare, runde, grauweisse Punkte wahrzunehmen. Im weiteren Verlauf macht sich zunächst an den oberflächlich gelegenen Colonieen eine Einsenkung der Gelatine bemerkbar, die an den tiefer gelegenen erst, nachdem die Verflüssigung bis zur Gelatineoberfläche vorgedrungen ist, zu Tage tritt. Man sieht alsdann die punktförmige Colonie auf dem Boden eines scharfbegrenzten, halbkugeligen Substanzverlustes liegen. Am vierten, bez. fünften Tage sind die geschilderten Substanzverluste etwa hanfkorngross und haben dieselben meist die Glasoberfläche erreicht. Die Platte erscheint jetzt wie angenagt, die bis stecknadelkopfgrosse, grauweisse oft mit einem Stich ins Gelbe versehene, runde Colonie findet sich von nur wenig Flüssigkeit umgeben auf dem Boden des napf-, bez. becherförmigen Gelatinedefectes.

Bei schwacher Vergrösserung erweisen sich die kleinsten Colonieen kreisrund, scharfrandig und von blasser bläulicher, bez. meergrüner Farbe, sie sind meist vollständig homogen und lassen bei einer gewissen Einstellung häufig einen rosafarbigen Schimmer erkennen. Etwas grössere Colonieen sind ebenfalls rundlich und geschlossen, indess gewöhnlich nicht mehr so scharf begrenzt, die Färbung ist eine blassbläulichgraue, und macht sich jetzt eine deutliche Granulirung bemerkbar. Ist es zur Einsenkung der Gelatine gekommen, so zeigen die jetzt weit grösseren Colonieen eine bräunliche, bez. schmutziggelbe Farbe und wird die Bildung von Zonen beobachtet. Gewöhnlich ist dann das dunklere, rundliche, stark granulirte, manchmal auch radiär geadert erscheinende Centrum von einer etwas helleren, ebenfalls granulirten Randzone, die oft eine radiäre Strichelung besitzt, umgeben, ja oft findet sich um die letztere noch eine zweite ebensolche, nur noch hellere ringförmige Zone. An dem eicht welligen, oftmals wie umgekrämpelt erscheinenden Rand wird häufig bei einer gewissen Einstellung der schon erwähnte rosafarbige Schimmer wahrgenommen.

An Stichculturen ist bei Zimmertemperatur in der Regel am vierten Tage eine etwa hanfkorngrosse, napfförmige, grössten Theils von Luft

ausgefüllte Vertiefung in der Gelatineoberfläche an der Einstichsstelle wahrzunehmen, an welche sich nach abwärts, den Impfstich entlang eine schwache, grauweisse, fadenförmige, an Breite und Intensität allmählich abnehmende Trübung anschliesst, die in ihrem obersten Abschnitt von einer nur schmalen verflüssigten Zone umgeben ist. Bei 8 bis 10 Tage alten Culturen ist der erwähnte, napf-, bez. becherförmig gestaltete Substanzverlust gewöhnlich so gross, dass eine Erbse bequem darin Platz finden kann. Boden und Wandungen desselben sind mit einem schmutziggelben, zuweilen etwas faltigen Häutchen ausgekleidet, Trübung und Verflüssigung unterhalb des Substanzverlustes haben meist nur wenig zugenommen, die Menge der vorhandenen verflüssigten Massen ist zuweilen so gering, dass man solche Culturen umkehren kann, ohne dass selbst nach Durchbohrung des Culturhäutchens auch nur ein Tropfen Flüssigkeit aus dem Stichcanal heraustritt. Erst in der 4. bis 6. Woche erreicht die Cultur die Wandung des Reagensröhrchens und zwar in der Regel nicht im Niveau der Gelatineoberfläche, sondern etwas tiefer. Die Verflüssigung der Gelatine tritt hierauf mehr hervor und zwar in Form eines breiten bis zum unteren Ende des Einstiches reichenden Trichters, der oben an Breite eine Strecke weit dem Lumen des Röhrchens entspricht, nach unten aber sich gewöhnlich rasch verjüngt. Die starke Verdunstung der verflüssigten Massen wird dadurch angezeigt, dass das Niveau der Flüssigkeit regelmässig $^1/_2$ bis 1 ^{cm} tiefer steht als die ursprüngliche Gelatineoberfläche, deren früherer Stand sich durch einen gewöhnlich noch vorhandenen, mehr oder minder vollständigen, ringförmigen, der Glaswand anhaftenden Gelatinewulst zu erkennen giebt. Auf der Flüssigkeit schwimmt bei Culturen, die nicht viel bewegt worden sind, oft noch ein dünnes schmutziggelbes Häutchen, im Uebrigen finden sich die flockigen, bez. krümeligen, schmutziggelben Culturmassen im untersten Abschnitt des Flüssigkeitstrichters angehäuft und erscheint die darüber stehende Flüssigkeit meist fast ganz klar.

Am Besten gedeihen die Stäbchen in einer schwach alkalisch reagirenden Gelatine, während schon bei einer nur schwachsaueren Reaction das Wachsthum auffallend verzögert erscheint.

Die Stäbchen wachsen auch auf Nährgelatine, bei welcher die Gelatine theilweise oder ganz durch Agar-Agar ersetzt ist und zwar in Form eines grauweissen Ueberzuges, der, abgesehen davon, dass er im Dunkeln leuchtet, etwas Charakteristisches nicht darbietet.

Auf einem ohne Pepton und Kochsalz unter Verwendung von ein Pfund Rindfleisch auf ein Kilo Wasser mittelst zehn Gramm Agar-Agar hergestellten und durch doppeltkohlensaures Natron schwach alkalisch gemachten Nährboden wuchsen die Stäbchen nicht, wohl aber wurde, als

Kochsalz im Verhältniss von 2·5:100 hinzugefügt war, Wachsthum beobachtet.

Einen günstigen Nährboden bildet erstarrtes Blutserum. Die wenige Tage nach der strichweisen Impfung zu beobachtende, linienförmige, grauweisse Auflagerung ging im Laufe einiger Wochen gewöhnlich in eine $^1/_2$ bis 1 ^{cm} breite, ziemlich tiefe, buchtig begränzte und mit der grauweissen, schleimigen Culturmasse ausgekleidete Rinne über.

Wenig geeignet für die Cultur der lichtentwickelnden Stäbchen erwiesen sich gekochte Kartoffeln, indem es mir bei einer ganzen Reihe von Versuchen, die ich im Laufe des vergangenen Sommers bei Temperaturen zwischen 15 und 25° C. anstellte, nur selten gelang, 2 bis 3 Tage nach der Impfung einen vom Impfstrich ausgehenden, etwa $^1/_2$ ^{cm} breiten, dünnen, weissen Belag an der Kartoffelschnittfläche wahrzunehmen, der sich bei der mikroskopischen Untersuchung aus zwar beweglichen, aber auffallend grossen, mehr oder weniger gequollen und unförmlich erscheinenden Stäbchen bestehend erwies und im Dunkeln nur schwach und auch nur kurze Zeit leuchtete. Wurden die Kartoffelscheiben vor der Impfung mit sterilisirten Lösungen von doppeltkohlensaurem Natron, oder Kochsalz bestrichen, so gelangen die Culturen etwas leichter, sie blieben aber immer noch kümmerlich, und war auch das Leuchten kein besonders schönes. Dagegen wurden mehrmals an Kartoffeln, an denen die Impfung längere Zeit anscheinend ohne Erfolg geblieben war, wenn sich gelegentlich einmal der Kartoffelbacillus eingestellt und die Schnittfläche überwuchert hatte, oder wenn in Folge wiederholten Oeffnens der feuchten Kammer, bez. Herausnehmens der Kartoffel behufs Untersuchung Schimmelpilzkeime aufgefallen und zur Entwickelung gelangt waren, sehr hübsches Leuchten, welches von den geimpften und später verunreinigten Stellen ausging, wahrgenommen; offenbar hatte das Wachsthum der Pilze, bez. anderen Bacterien eine Veränderung des Nährbodens bewirkt, so dass nunmehr die lichtentwickelnden Stäbchen auf der Kartoffel zu gedeihen vermochten.

Auf gekochtem Reisbrei, sowie Brodbrei ist mir die Cultur der Stäbchen auch nach Zusatz von alkalischen Lösungen nicht gelungen, dagegen wuchsen dieselben auf gekochten Eiern und zwar sowohl auf dem Dotter, als auch auf dem Weissen des Eies leidlich.

Den günstigsten Nährboden bilden nach meiner Erfahrung gekochte Fische.

Gewöhnlich wurden ausgenommene Fische in durch Wattepfropfen verschlossenen Gläsern dem strömenden Wasserdampf im Dampfsterilisationsapparat und zwar je nach der Grösse der Fische 10 bis 20 Minuten lang ausgesetzt. Berührte man dann den auf diese Weise gleichzeitig gekochten

und sterilisirten Fisch, nachdem er abgekühlt war, mit dem in eine Reincultur getauchten Platindraht auch nur an einer kleinen Stelle, so war bei einer Temperatur von 25° C. meist schon nach 36 Stunden, bei Zimmertemperatur aber in zwei bis höchstens vier Tagen die ganze Oberfläche des Fisches von einer grauweissen, schleimigen, im Dunkeln prachtvoll leuchtenden Masse überzogen. Die verschiedensten See- und Süsswasserfische wurden zu diesen Versuchen stets mit Erfolg benutzt. Auch ein in derselben Weise behandelter Flusskrebs zeigte in prachtvoller Weise die Erscheinung des Leuchtens an seiner ganzen Oberfläche. An den Seefischen erfolgte das Wachsthum durchschnittlich schneller, und war auch das Leuchten intensiver als an den Süsswasserfischen. Einstündiges Einlegen der letzteren in Seewasser oder in eine 3 procentige Kochsalzlösung vor dem Sterilisiren schien sowohl für das Wachsthum als auch für das Leuchten vortheilhaft zu sein.

An frisch gefangenen, sofort getödteten und in die feuchte Kammer gebrachten See-, bez. Süsswasserfischen gelang die Impfung, auch wenn verhältnissmässig viel Impfmaterial übertragen wurde, nicht mit derselben Regelmässigkeit. Das Wachsthum der Stäbchen erfolgte in diesen Fällen durchschnittlich langsamer, und griff dementsprechend das Leuchten nur allmählich von der Impfstelle aus um sich. Da sich in der Regel bald durch Gestank erkennbare Fäulniss einstellte, welche das Leuchten rasch zum Verschwinden brachte, so gelang es bei diesen Versuchen nur ausnahmsweise die ganze Oberfläche der Fische hübsch leuchtend zu bekommen.

Mehrere Versuche, die lichtentwickelnden Stäbchen an der Oberfläche lebendiger Fische zu züchten, blieben erfolglos, auch wenn, wie dies bei einer Flunder, sowie zwei Goldfischen geschah, die Thiere etwa eine halbe Stunde lang nach der Impfung in ein nur wenig Wasser enthaltendes Gefäss gebracht wurden, so dass die mit reichlichen Mengen des Impfmaterials versehenen Rückenpartien nicht untertauchten, ein Abspülen desselben mithin nicht sogleich erfolgen konnte. Trotzdem bei dem einen Goldfisch die Impfung in der beschriebenen Weise täglich wiederholt, und dem Wasser, in welchem sich der zweite geimpfte Goldfisch befand, täglich eine grosse Portion einer Reincultur der lichtentwickelnden Stäbchen zugesetzt wurde, konnte ein Leuchten der Fische bis zu dem fünf Tage nach der ersten Impfung (wahrscheinlich wegen nicht genügender Erneuerung des Wassers) erfolgten Tod nicht erzielt werden.

Während eine nach vorherigem Sterilisiren geimpfte Flunder bereits 24 Stunden später fast an der ganzen Oberfläche schön leuchtete, war an der gleichzeitig geimpften, 24 Stunden lang nach der Impfung noch am

Leben erhaltenen, keine Spur vom Leuchten wahrzunehmen, trotzdem die Impfung wiederholt stattgefunden hatte, und blieb dasselbe auch aus, als die Flunder nach dem Absterben noch zwei Tage lang in der feuchten Kammer aufbewahrt wurde.

An zwei in der Ostsee gefangenen Medusen, welche 48 Stunden lang am Leben erhalten werden konnten, stellte sich trotz mehrfachen Bestreichens ihrer Oberfläche mit grösseren Mengen der Reinculturen kein Leuchten ein. Ebensowenig gelang es, trotz wiederholter Impfung einen drei Tage lang am Leben erhaltenen Flusskrebs leuchtend zu machen, während derselbe, als er nach dem Absterben mittelst Dampf sterilisirt und hierauf geimpft worden war, nach 48 Stunden bereits prachtvoll leuchtete. Schliesslich blieb auch die innerhalb von 14 Tagen mehrmals ausgeführte Impfung einer lebenden schwarzen Waldschnecke erfolglos.

Die lichtentwickelnden Stäbchen lassen sich auch auf Fleisch, und zwar sowohl auf gekochtem als auf rohem züchten. Erfolgreiche Impfversuche wurden mit Rind-, Kalb-, Hammel-, Schwein-, Gänse- und Taubenfleisch angestellt. Im Ganzen erwies sich aber das Wachsthum bei Weitem nicht so kräftig, wie bei den Fischen. Rohes Fleich verhielt sich ähnlich wie rohe Fische, insofern als die Impfung oft misslang und die häufig auftretende Fäulniss der Weiterverbreitung des Leuchtens rasch ein Ziel setzte. Ein gewisser Kochsalzzusatz begünstigte das Wachsthum. So wuchsen die Stäbchen auf gekochtem Salzschweinefleisch, sowie auf nach Kochsalzzusatz gekochten bez. gebratenem Fleische auffallend besser, als wenn das Fleisch ohne Salz zubereitet war.

Die von Nüesch mitgetheilte Beobachtung, wonach die Infection des Fleisches in einem Schlächterladen von einem morschen Balken der Decke ausging, veranlasste mich auch einige Versuche darüber anzustellen, ob die lichtentwickelnden Stäbchen vielleicht auf Holz wachsen. Zu diesem Zwecke wurde von zehn verschiedenen Holzsorten — es stand mir zu den auf See ausgeführten Versuchen leider nur trockenes Nutzholz zur Verfügung — je eine Probe ohne Weiteres, eine zweite aber erst, nachdem sie längere Zeit im Wasser gelegen und auf diese Weise gehörig angefeuchtet war, geimpft und in die feuchte Kammer gebracht. Eine dritte mit Wasser angefeuchtete Probe sowie eine vierte mit schwach alkalischer Bouillon imprägnirte Probe sämmtlicher Holzsorten wurden erst, nachdem sie in mit Wattepfropfen verschlossenen Gläsern mittelst heisser Wasserdämpfe sterilisirt waren, geimpft. In keinem Falle gelang es indess eine Vermehrung der Stäbchen auf dem Holze zu constatiren.

Von der Durchtränkung des Holzes mit schwach alkalischer Bouillon hatte ich mir Erfolg versprochen, weil letztere sich bei mehreren Versuchen als eine geeignete Nährflüssigkeit für die Stäbchen erwiesen hatte. In

mit Bouillon gefüllten Röhrchen, die bei einer Temperatur von 20 bis 25° aufbewahrt wurden, machte sich gewöhnlich schon 24 Stunden nach der Impfung eine schwache Trübung bemerkbar, die im Verlaufe der nächsten Tage rasch zunahm. Meist schon vom dritten Tage ab war die Bildung eines Häutchens an der Oberfläche zu constatiren. In sauerer Bouillon war dagegen eine deutliche Vermehrung der Stäbchen mit Sicherheit nicht nachzuweisen, und nahmen die mit der Impfung übertragenen Stäbchen ein gequollenes Aussehen an. Trübung und Leuchten wurde bei Verwendung saurer Bouillon nicht beobachtet, während an der durch Zusatz von Natrium bicarbonicum alkalisch gemachten Bouillon die Erscheinung des Leuchtens in prachtvoller Weise zu Tage trat, namentlich, wenn derselben noch Kochsalz im Verhältniss von 0·5 bis 3·0 : 100 zugesetzt war, in welchem Falle Wachsthum und Leuchten regelmässig noch früher zu bemerken waren, als bei der gewöhnlichen alkalischen Bouillon.

In Milch gelang bei mehrfachen Versuchen die Cultur der Stäbchen nicht. Nur einmal erwies sich Milch 14 Tage nach der Impfung leuchtend. Wie sich herausstellte, war in diesem Falle eine Verunreinigung erfolgt, indem grosse, fadenbildende Stäbchen gewachsen waren. Auch hier muss offenbar ähnlich wie bei den Kartoffeln durch das Wachsthum der als Verunreinigung hinzugetretenen Stäbchen eine Veränderung des Nährbodens erfolgt sein. Ausserdem wurde einmal acht Tage nach der Impfung an Milch, welcher Natrium bicarbonicum im Verhältniss von 0.1 bez. 0.5 : 100 zugesetzt war, schwaches Leuchten wahrgenommen, so dass in diesem Falle eine Vermehrung der Stäbchen stattgefunden hatte. Bei Zusatz von Kochsalz zur Milch im Verhältniss von 1 bis 5 : 100 wurde mehrfach, und zwar in der an Kochsalz reicheren Milch regelmässig früher, das Auftreten stark gewundener bez. spirillenartiger Gebilde, die nach ihrem ganzen Verhalten als Degenerationsformen aufzufassen waren, beobachtet.

Im Urin liessen sich die Stäbchen nicht züchten, auch wenn derselbe durch Zusatz von doppelkohlensaurem bez. phosphorsaurem Natron neutralisirt oder schwach alkalisch gemacht war.

Von flüssigen Nährmedien, in denen die lichtentwickelnden Stäbchen wachsen, ist noch Blut zu erwähnen, indem an in einer Untertasse aufgefangenem Blut eines Huhnes zwei Tage nach der Impfung nicht nur der Blutkuchen, sondern auch das Serum prachtvoll leuchtete.

Wie aus den mitgetheilten Culturversuchen ersichtlich ist, bevorzugen die lichtentwickelnden Stäbchen animalische Nährsubstrate, und scheint die Anwesenheit gewisser Natronsalze für das Wachsthum der Stäbchen vortheilhaft zu sein. Auf Fischen, deren Fleisch ja bekanntlich sich vor dem der Wiederkäuer durch hohen Gehalt an Natron auszeichnet, wuchsen

die Stäbchen besonders gut, auf Seewasserfischen, deren Kochsalzgehalt den der Süsswasserfische übertrifft, besser als auf Süsswasserfischen. Das durch hohen Chlornatriumgehalt ausgezeichnete Blut bildete einen günstigen Nährboden, während andere Nährsubstrate, bei denen der Natrongehalt ein verhältnissmässig geringer ist, wie z. B. Fleisch, Bouillon u. s. w. erst nach Zusatz von Kochsalz bez. doppeltkohlensaurem Natron einen für die Culturen der Stäbchen geeigneten Nährboden bildeten.

Schwach alkalische Reaction des Nährbodens begünstigt das Wachsthum der Stäbchen, indess bildet die saure Reaction an sich kein die Entwickelung behinderndes Moment, denn die sauer reagirende Fischoberfläche erwies sich ja als der beste Nährboden.

Die lichtentwickelnden Stäbchen gehören zu den aëroben Bacterien. Bei Plattenculturen, die sofort nach der Anfertigung mit Glimmerplättchen bedeckt wurden, war an den bedeckten Stellen das Wachsthum so schwach, dass selbst am sechsten Tage die daselbst entstandenen Colonieen mit blossem Auge kaum erkannt werden konnten, während an den nicht bedeckten Abschnitten der Platte die Culturen sich in der gewöhnlichen Weise entwickelt hatten. Wurde etwas von einer Reincultur in der flüssig gemachten Gelatine eines Röhrchens vertheilt, so waren die nach einigen Tagen auftretenden Colonieen sämmtlich auf die der Oberfläche zunächst gelegene Partie der Gelatine beschränkt. Liess man sofort nach dem Impfen der flüssigen Gelatine dieselbe erstarren und brachte man alsdann unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln noch eine mehrere Centimeter hohe Schicht nicht geimpfter Gelatine in das Röhrchen, so blieb bei 14tägiger Beobachtung die Entwickelung von Colonieen in dem Röhrchen vollständig aus. In einer Kohlensäureatmosphäre findet Wachsthum der Stäbchen nicht statt. Eine frisch angefertigte und eine sechs Tage alte (kräftig gewachsene) Stichcultur wurden in eine Flasche gebracht, welche, nachdem eine Zeit lang Kohlensäure hindurchgeleitet worden war, luftdicht verschlossen wurde; zwei ganz entsprechende Stichculturen wurden zur Controle zurückbehalten. Als nach 48 Stunden die Culturen aus der Flasche genommen wurden, war an der einen von Wachsthum noch nichts zu bemerken, während an dem Controlpräparat bereits die charakteristische Vertiefung an der Einstichsstelle und Trübung längs des Impfstiches deutlich wahrzunehmen waren. Die zweite Stichcultur erwies sich in ihrem Wachsthum im Vergleich zur Controle auffallend zurückgeblieben. Nach dem Herausnehmen aus der Kohlensäureatmosphäre erfolgte übrigens die Entwickelung der Culturen in der gewöhnlichen Weise.

Wasserentziehung bewirkt rasches Absterben der lichtentwickelnden Stäbchen. Bei mehreren Versuchen erwiesen sich die Gelatinestichculturen entnommenen und auf Objectträgern in dünner Schicht ausgebreiteten

Culturmassen bereits $^1/_2$ Stunde nach dem Eintrocknen als abgestorben, indem die Impfung damit erfolglos blieb.

Die Culturen der Stäbchen gedeihen am besten bei einer Temperatur von 20 bis 30° C. Während in den Tropen, sowie bald nach dem Verlassen derselben bei einer Temperatur von 25 bis 30° bez. 20 bis 25° die Culturen ein kräftiges Wachsthum erkennen liessen, war dasselbe Ende März, als sich das Schiff der Heimath näherte, und die Temperatur im Laboratorium wiederholt vorübergehend unter 10° fiel, so schwach, dass ich ein Ausgehen der Culturen befürchtete, und wurde auch späterhin wiederholt beobachtet, dass bei Temperaturen unter 10° Wachsthum der Stäbchen nicht erfolgte.

Die lichtentwickelnden Stäbchen scheinen sich hiernach niedrigen Temperaturen gegenüber anders zu verhalten, als die von Pflüger und Nüesch beobachteten, lichtentwickelnden Organismen. Ersterer gelangte in 1 bis 2 Tagen in den Besitz gut leuchtender Fische, indem er gewisse Seefische in einer etwas 3 procentige Seesalzlösung enthaltenden Schaale im kühlen Keller aufbewahrte und leuchtete bei seinen Versuchen die an einem leuchtenden Fisch frisch angelegte Schnittfläche schon nach ein paar Stunden. Nüesch beschreibt, dass das Leuchten des Fleisches bei einer mittleren Temperatur von nicht über 10° schon 6 bis 8 Stunden nach dem Einbringen des Fleisches in den Schlächterladen in die Erscheinung trat.

Gegen höhere Temperaturen sind die Stäbchen sehr empfindlich. Kräftige Culturen auf Blutserum, Agar-Agar, sowie in Bouillon erwiesen sich bei mehreren Versuchen schon abgestorben, wenn sie nur 10 bis 15 Minuten lang einer Temperatur von 55° C ausgesetzt waren, während durch die stundenlange Einwirkung verhältnissmässig hoher Kältegrade ihre Entwickelungsfähigkeit noch nicht aufgehoben wurde. So konnten Gelatinestichculturen, welche 3 Stunden lang einer Temperatur von −15° C. ausgesetzt waren, noch mit Erfolg weiter geimpft werden und erwies sich eine Cultur, welche 48 Stunden lang einer Temperatur von 0°, darunter 6 Stunden lang einer solchen von −14° ausgesetzt war, noch entwickelungsfähig.

Gas- oder Geruchbildung habe ich an den Reinculturen der Stäbchen nie wahrgenommen.

Auch pathogene Eigenschaften scheinen denselben nicht zuzukommen. Mit gekochten und durch Verimpfung der Stäbchen leuchtend gemachten Fischen habe ich mehrfach junge Katzen gefüttert, ohne dass dieselben danach erkrankten. Sie verzehrten die Fische, auch wenn die Fütterung im Dunkeln erfolgte, mit grösstem Appetit, und gewährte es einen eigenthümlichen Anblick, die Thiere, bei welchen die Umgebung des Maules in Folge der Berührung mit dem leuchtenden Fisch

leuchtend wurde, die stark leuchtenden Massen gierig verschlingen zu sehen. Auch wenn die Stäbchen unter die Haut, ins Peritoneum bez. in die Blutbahn gebracht wurden, erfolgte keine Erkrankung. So erhielten 2 Mäuse und 2 Meerschweinchen grössere Mengen einer gut leuchtenden Bouilloncultur theils unter die Haut, theils in das Abdomen eingespritzt und wurden einem Kaninchen mehrere Cubikcentimeter davon in die Ohrvene injicirt, ohne dass sich bei einem der Thiere Zeichen einer Infection einstellten.

Was das für die Stäbchen so charakteristische Leuchten betrifft, so nimmt man dasselbe an den Culturen im Dunkeln immer erst wahr, nachdem sich das Auge an die Dunkelheit gewöhnt hat. Tritt man am Tage nach Verweilen im Freien in die Dunkelkammer, so dauert es gewöhnlich mehrere Minuten — und zwar je nach der draussen herrschenden Helligkeit und der Dauer des Aufenthalts daselbst mehr oder weniger lange —, ehe man überhaupt an den daselbst aufgestellten Culturen einen Lichtschein wahrnimmt, und vergehen alsdann noch mehrere Minuten, bis man das Leuchten deutlich sieht. Anders ist es in der Nacht oder am Abend während der Dämmerung oder auch am Tage, wenn man sich vorher eine Zeit lang in einem wenig erhellten Raume aufgehalten hat; man bemerkt alsdann das Leuchten sofort beim Eintritt in die Dunkelkammer. Ist das Leuchten sehr intensiv, so bedarf es keines absolut dunklen Raumes, es genügt alsdann selbst in einem durch Tageslicht mässig erhellten Zimmer die Cultur in einer Ecke durch Vorhalten der Hand etwas zu beschatten, oder dieselbe in einen geöffneten Schrank zu halten, um bereits das Leuchten zu erkennen. In durch Gaslicht gut erleuchteten Räumen habe ich oft das Leuchten solcher Culturen schon wahrgenommen, wenn ich mich mit dem Rücken dicht an die Flamme stellte und die Cultur so hielt, dass sie sich in dem Schatten des Körpers befand.

Namentlich in durch Tages- bez. künstliches Licht erhellten Räumen tritt der bläuliche Schimmer des weissen Lichtes, welches die Culturen regelmässig ausstrahlen, besonders deutlich hervor. Pflüger hat das von seinen leuchtenden Fischen ausgehende Licht als ein silberweisses beschrieben und von einem bläulichen Schimmer nichts erwähnt. Lassar dagegen und Nüesch bezeichnen das von ihnen beobachtete Licht als ein grünlichsilbern schimmerndes bez. grünes. Einen grünlichen Schimmer aber habe ich an den Culturen nie wahrnehmen können. Sollten diese Unterschiede in der Farbe des Lichts vielleicht auf einer Verschiedenartigkeit der leuchtenden Organismen beruhen?

Betrachtet man eine Plattencultur, bei welcher die Colonieen nicht zu dicht zusammenliegen und genügend weit vorgeschritten sind, im Dunkeln,

so zeigt sich überall, wo sich eine Colonie der Stäbchen befindet, ein leuchtender Fleck von Stecknadelkopf- bis Hanfkorngrösse, mit etwas verschwommenen Contouren, der das beschriebene bläulichweisse Licht ausstrahlt. An solchen Platten sind nicht nur die Umrisse der Glasplatte, sondern auch die benachbarten Gegenstände, z. B. die feuchte Kammer, in welcher die Platte sich befindet, zu erkennen. Bringt man eine solche Platte im dunklen Raum unter das Mikroskop und stellt eine Colonie bei schwacher Vergrösserung ein, so erscheint das Gesichtsfeld schwach erleuchtet, es ist jedoch nicht möglich, von der Zeichnung der Colonie etwas zu erkennen, dazu ist das Licht zu schwach. Liegen die Colonieen bei einer Plattencultur sehr dicht zusammen, so geht von der ganzen Gelatinefläche ein gleichmässiger Lichtschein aus, und gelingt es dann meist nur bei sehr genauem Zusehen, in demselben noch die den einzelnen Colonieen entsprechenden leuchtenden Flecke zu unterscheiden. Der Leuchteffect einer solchen Platte ist schon bedeutender; bringt man dieselbe in die Nähe der Wand, so erscheint auch diese eine Strecke weit erhellt und kann man, wenn man die Hand zwischen Platte und Wand bringt, den Schatten derselben auf der Wand wahrnehmen. Hübsche Demonstrationsobjecte bilden Reagensröhrchen, bei denen die verflüssigte geimpfte Gelatine nach der Methode von Esmarch an der Innenwand in gleichmässiger Schicht vertheilt zum Erstarren gebracht worden ist, oder noch besser grössere Glasröhren, wie z. B. Hesse'sche Luftuntersuchungsröhren, bei denen auf ähnliche Weise die Innenfläche mit einer vorher geimpften Gelatineschicht ausgekleidet ist. Je nach der Menge des in die Gelatine übertragenen Impfmaterials erscheint nach einigen Tagen die Innenwand der Röhren mit leuchtenden Flecken mehr oder weniger dicht besät oder in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig leuchtend. Auch der die Röhre verschliessende Wattepfropfen, so weit er mit der Gelatine getränkt ist, leuchtet an der Oberfläche.

An Gelatinestichculturen erscheint bei nicht zu niedriger Temperatur (ca. 20°) nach 48 Stunden ein leuchtender Punkt bez. Fleck an der Einstichsstelle der Gelatineoberfläche, der in den nächsten Tagen entsprechend dem Wachsthum der Cultur an Umfang und Intensität zunimmt. Immer leuchtet nur der oberflächlich gelegene mit der Luft in unmittelbarer Berührung befindliche Abschnitt der Cultur d. h. so lange noch die napf- bez. becherförmige Vertiefung der Gelatineoberfläche vorhanden ist, diese in ihrer ganzen Ausdehnung, später aber, wenn die Cultur die Wandung des Röhrchens erreicht hat und es zur Bildung des geschilderten Flüssigkeitstrichters gekommen ist, die oberflächlichste Schicht der Flüssigkeit, soweit sich daselbst Culturmassen vorfinden. An der in dem tieferen Abschnitt der Gelatine befindlichen fadenförmigen Trübung, sowie an dem

im Grunde des Flüssigkeitstrichters angehäuften Culturmassen wird kein Leuchten wahrgenommen.

Gewöhnlich ist in der zweiten Woche bei den Stichculturen das Leuchten am intensivsten und kann man solche Culturen schon in durch Tageslicht mässig erhellten Räumen leuchten sehen. Mit Hülfe einer gut leuchtenden Stichcultur kann man im Dunkeln leicht an einer Taschenuhr die Zeit ablesen. Ein bedeutend grösserer Leuchteffect lässt sich erzielen, wenn man einen grösseren Kolben mit flachem Boden, in dem sich eine etwa $^1/_2$ cm hohe Gelatineschicht befindet, durch zahlreiche, von einander $^1/_2$ cm weit entfernte Einstiche mit dem in die Reincultur getauchten Platindraht impft. Nach ca. 8 Tagen sieht man an jeder Einstichsstelle ein etwa erbsengrosses, mit den Culturmassen ausgekleidetes Loch und im Dunkeln einen ebenso grossen mit bläulich-weissem Licht prachtvoll leuchtenden Fleck. Der Boden des Kolbens erscheint wie mit Glühwürmchen besät, die Intensität eines solchen leuchtenden Fleckes ist, wenn nicht stärker, so doch mindestens ebenso stark, wie die des Lichts von einem kräftig leuchtenden Johanniswürmchen.

Gegen Ende der zweiten Woche pflegt das Leuchten der Stichculturen allmählich schwächer zu werden und hört dasselbe zuweilen bald darauf ganz auf — anscheinend wenn in Folge häufigen Bewegens das Häutchen an der Oberfläche zerstört ist und die Culturmassen sich zu Boden gesetzt haben — während es in anderen Fällen, wenn auch nur schwach und immer nur auf die oberste Schicht der Flüssigkeit sowie die benachbarte Wandung beschränkt, bis zu drei Monaten und darüber fortbestehen kann. Zuweilen gelingt es an stark verflüssigten, nicht mehr leuchtenden Stichculturen durch Schütteln, wodurch die Culturmassen aufgerührt und an die Oberfläche der Flüssigkeit gebracht werden, wieder ein gewöhnlich jedoch nur schwaches und schnell wieder vorübergehendes Leuchten hervorzurufen.

Auch bei den Culturen auf Nähragar und Blutserum leuchtet immer nur der oberflächlichste mit der Luft in Berührung befindliche Abschnitt der Cultur.

Das Leuchten auf gekochten Eiern, sowie das gelegentlich auf gekochten Kartoffeln beobachtete, bietet nichts Besonderes dar, dagegen gewährt ein leuchtend gemachter Fisch einen besonders hübschen Anblick, wenn er, an seiner ganzen Oberfläche leuchtend, das milde, weisse, mit einem bläulichen Schimmer versehene Licht ausstrahlt, wobei er förmlich transparent erscheint. Auch hier ist das Leuchten so stark, dass man es schon in einem mässig hellen Raume wahrnimmt. Im Dunkeln kann man ein Glas mit einem solchen gut leuchtenden Fisch bis zu einem gewissen Grade nach Art einer Laterne benutzen, und habe ich davon

wiederholt Gebrauch gemacht, wenn ich in der Dunkelheit ein Buch aus der Bibliothek herausnehmen, die Uhr ablesen wollte u. s. w. Auch bildete ein solcher leuchtender Fisch bez. ein Erlenmayer'sches Kölbchen mit leuchtender Bouillon bei den meisten der später zu erwähnenden, im Dunkeln angestellten Versuche, bei denen es darauf ankam, die Einwirkung gewisser äusserer Verhältnisse bez. chemischer Agentien auf das Leuchten zu beobachten, die einzige Lichtquelle, deren ich mich bediente, um mit den Culturen, Gefässen und Apparaten u. s. w. die erforderlichen Hantirungen vornehmen zu können.

Das Leuchten der Fische zeigt etwa 24 Stunden lang die grösste Intensität, lässt dann allmählich nach, ist aber selbst bis gegen das Ende der zweiten Woche nach der Impfung noch wahrzunehmen. Wie bereits mehrfach erwähnt, geht das Leuchten von einer schleimigen, an der Oberfläche der leuchtenden Fische befindlichen Masse aus, welche man abwischen bez. abkratzen kann, wonach die nicht leuchtende Fischoberfläche zu Tage tritt. Berührt man im Dunkeln ein leuchtenden Fisch mit dem Finger, so leuchtet auch der Finger, soweit er mit der leuchtenden Oberfläche in Berührung gekommen ist, das Leuchten dauert jedoch nur so lange an, bis die in Folge der Berührung übertragene schleimige Leuchtmasse eingetrocknet ist.

Auch die Flüssigkeit, welche sich beim Sterilisiren der Fische gewöhnlich auf dem Boden des Glases ansammelt, wird sehr schön in ganz derselben Weise, wie wir dies bei der Bouillon kennen lernen werden, leuchtend. Die grösste Intensität des Leuchtens wird an dieser Flüssigkeit regelmässig erst beobachtet, wenn das Leuchten des Fisches schon im Abnehmen begriffen ist. Kommt gelegentlich einmal etwas von dieser Flüssigkeit an den Wattepfropfen, so leuchtet auch dieser, soweit er sich imprägnirt hat, an seiner Oberfläche sehr hübsch. Macht sich an dem Fische Fäulniss bemerkbar, indem vielleicht die Sterilisirung keine genügende gewesen oder beim bez. nach dem Impfen ein Fäulnisskeim Zutritt in das Innere des Glasgefässes gefunden hat, so entwickelt sich das Leuchten meist nicht so gut, ja es kann überhaupt ausbleiben oder es verschwindet doch schon nach kurzem Bestehen, indem die Fäulnisskeime die lichtentwickelnden Stäbchen überwuchern.

Auch ein künstlich leuchtend gemachter Flusskrebs gewährt einen sehr hübschen Anblick, indem gerade bei ihm das transparente Aussehen sehr zur Geltung kommt.

Das Leuchten von Fleisch verhält sich ganz ähnlich wie das der Fische, dagegen bedarf das Leuchten der in Flüssigkeiten angelegten Culturen noch besonderer Erwähnung.

Mit dem Erscheinen der Trübung bei den Bouilloncultureu stellt sich auch das Leuchten ein, und zwar leuchtet anfangs die ganze Flüssigkeit durch und durch gleichmässig und nimmt eine Zeit lang die Intensität des Lichtes zu. Solche in ihrer ganzen Masse leuchtenden Culturen sehen sehr hübsch aus und bringen neben den leuchtenden Fischen den schönsten und stärksten Leuchteffect hervor. Nachdem das Leuchten in der angegebenen Weise einige Zeit, gewöhnlich 1 bis 2 Tage, bestanden hat, lässt dasselbe an den tieferen Partien der Flüssigkeit nach und verschwindet schliesslich daselbst ganz, während es an der Oberfläche, woselbst die Häutchenbildung zu Stande gekommen ist, noch mehrere Tage lang in derselben Intensität fortdauert. Nimmt man ein Reagensgläschen mit einer solchen nur an der Oberfläche leuchtenden Bouillon in die Hand und schüttelt es vorsichtig, so erstreckt sich im Nu das Leuchten von der Oberfläche aus nach der Tiefe, und erscheint eine Zeit lang die ganze Flüssigkeit wieder in derselben Weise leuchtend wie in den ersten Tagen, jedoch dauert dieses nicht lange an; schon nach wenigen Minuten erlischt das Leuchten in den tieferen Partien, und die Cultur verhält sich bald wieder genau so, wie kurz vor dem Schütteln. Schüttelt man stärker, sodass das Häutchen an der Oberfläche zerstört wird, so sieht man in der gleichmässig leuchtenden Masse noch einige stärker leuchtende Funken sich bewegen bez. nach Aufhören der Bewegung sich am Boden ansammeln; es sind dieses die Reste des zerstörten Häutchens, welche sich noch einige Zeit lang durch ein besonders starkes Leuchten bemerkbar machen. Man kann dieses Schütteln während einiger Tage beliebig oft immer mit demselben Erfolg wiederholen, dass jedesmal mit dem Schütteln die Flüssigkeit in ihrer ganzen Masse aufleuchtet, das Leuchten aber nach wenigen Minuten aus den unteren Partien wieder verschwindet und nur noch auf den obersten Abschnitt beschränkt bleibt. Mit der Zeit wird natürlich nicht nur das Leuchten an der Oberfläche schwächer, sondern es hat alsdann auch das Schütteln ein zwar noch gleichmässiges, aber an Intensität immer mehr abnehmendes Aufleuchten der ganzen Flüssigkeit zur Folge, bis es schliesslich — meist erst einige Wochen nach der Impfung — vollständig und für immer erlischt.

Dass das im Vorstehenden geschilderte Leuchten von den beschriebenen Stäbchen ausgeht, darüber kann nach dem Mitgetheilten ein Zweifel wohl kaum aufkommen, denn bei der so häufig ausgeführten, mikroskopischen Untersuchung der Culturen, die ich nunmehr über ein Jahr lang fortgezüchtet habe, hat sich in denselben nie etwas anderes auffinden lassen als die erwähnten Stäbchen. Wurde von den Culturen möglichst wenig auf Platten gebracht, so entwickelten sich stets immer nur ganz gleichartige Colonieen, und wurde an den Platten mit räumlich gut getrennten

Colonieen immer nur genau an denjenigen Stellen, an denen sich eine solche Colonie entwickelt hatte, Leuchten wahrgenommen. Das Leuchten hielt in Bezug auf Umfang und Intensität gleichen Schritt mit der Entwickelung der Colonieen.

Pflüger, der, wie bereits erwähnt, nicht mit Reinculturen arbeitete, lieferte durch Filtrationsversuche den Beweis, dass das Leuchten von den beobachteten Mikroorganismen ausging. Filtrirte er leuchtende Flüssigkeit durch ein doppeltes Filter von schwedischen Filtrirpapier, so erwies sich das Filtrat im Dunkeln leuchtend, es erschien bei Tageslicht weisslich opalisirend und enthielt nach der mikroskopischen Untersuchung die Körnchen der Schizomyceten in Menge. Pflüger schloss daraus, dass nicht Krystalle, Fetttropfen und andere Körper die Ursache des Leuchtens sind. Als er sich dann eines dicken ungeleimten Druckpapieres zum Filtriren bediente, erhielt er ein vollkommen klares und absolut nicht mehr leuchtendes Filtrat, es mussten demnach die kleinen, lebendigen Zellchen der Schizomyceten das Leuchtende sein. Auch ich habe ähnliche Versuche und zwar mit leuchtender Bouillon angestellt. Als ich die leuchtende Flüssigkeit im Dunkeln auf ein vierfaches Filter von schwedischem Filtrirpapiere brachte, lief dieselbe noch leuchtend hindurch, nur leuchtete natürlich das Filter mit dem Rückstande intensiver als das Filtrat. Als ich den Versuch aber mit einem mir, zur Probe auf seine Leistungsfähigkeit übergebenen, sogenannten Mikromembranfilter (Asbestlamellenfilter Patent Friedrich Breyer Wien) wiederholte, erschien das Filtrat vollkommen klar und war im Dunkeln keine Spur von Leuchten mehr daran wahrzunehmen. Dass indess das Filter doch nicht alle Bacterien zurückzuhalten vermocht hatte, wie dies von dem Erfinder desselben behauptet wurde, ergab eine Untersuchung des Filtrates mittelst der Plattenmethode, indem in fünf Tropfen desselben nach der Aussaat noch etwa 100 Colonieen der leuchtenden Stäbchen auf der Platte erschienen. Es ist hiernach gar nicht daran zu zweifeln, dass bei Anwendung eines leistungsfähigeren Filters alle lichtentwickelnden Stäbchen zurückgehalten worden wären.

Ich habe die Versuche hauptsächlich aus dem Grunde erwähnt, weil sie beweisen, dass das Leuchten nicht durch einen löslichen, von den Stäbchen abgeschiedenen Stoff hervorgebracht wird, denn ein solcher hätte alsdann mit in das Filtrat übergehen müssen.

Dass das Leuchten auf einem Lebensvorgang der Stäbchen beruht und in ähnlicher Weise wie die Erscheinung der Fluorescenz bez. die Bildung von Pigment bei gewissen Bacterien auf einen chemischen Process zurückzuführen ist, dies lassen auch die sogleich zu erwähnenden Versuche und

Beobachtungen erkennen, welche den Zweck hatten, die Abhängigkeit des Leuchtens von gewissen äusseren Verhältnissen u. s. w. darzuthun.

In ganz gleicher Weise wie das Wachsthum ist auch das Leuchten von dem ungehinderten Zutritt der atmosphärischen Luft zu den Culturen abhängig, wie dies auch bereits Pflüger für das von ihm beobachtete Leuchten festgestellt hat. An den Plattenculturen leuchteten nur die oberflächlich gelegenen Colonieen, während an den im Innern der Gelatine befindlichen, auch wenn sie schon ziemlich gross geworden waren, Leuchten erst dann auftrat, wenn die Verflüssigung die Oberfläche erreicht hatte. Die mit Glimmerplättchen bedeckten Stellen der Platten waren, obwohl auch unter ihnen eine freilich nur kümmerliche Entwickelung von Colonieen stattgefunden hatte, vollständig dunkel, während die Colonieen an den nicht bedeckten Stellen leuchteten. Auch bei den Stichculturen leuchtete, wie gezeigt wurde, immer nur der oberste mit der Luft in Berührung stehende Abschnitt der Cultur. Der nachstehende mit einer Gelatinestichcultur ausgeführte Versuch beweist am eclatantesten die Nothwendigkeit des Luftzutritts für das Leuchten.

Bei der Anfertigung einer Anzahl Stichculturen war in ein Röhrchen nur sehr wenig Impfmaterial übertragen, so dass nach Ablauf von sechs Tagen, als die übrigen Stichculturen alle in der gewöhnlichen Weise gewachsen waren und hübsch leuchteten, sich an diesem nur eine fadenförmige Trübung im unteren Abschnitt des Einstichs zeigte, die von der Gelatineoberfläche um einige Millimeter entfernt blieb. Die Einstichsstelle an der Oberfläche hatte sich geschlossen, die Cultur war durch die erwähnte mehrere Millimeter breite Gelatineschicht von der umgebenden Luft getrennt, von Leuchten war auch nicht die Spur wahrzunehmen. Hätte man das Röhrchen unverändert gelassen, so wäre vielleicht schon in den allernächsten Tagen die Cultur bis zur Oberfläche vorgedrungen, und hätte sich alsdann voraussichtlich das Leuchten eingestellt. Dieses sollte zunächst noch vermieden werden, und die Cultur sich erst noch mehr entwickeln, denn sonst hätte ja der Einwand gemacht werden können, das Leuchten habe bloss gefehlt, weil die Entwickelung der Cultur eine sehr schwache war. Es wurde daher eine ca. 2 cm hohe Schicht flüssiger Nährgelatine mittelst sterilisirter Pipette vorsichtig in das Röhrchen übergeführt und zum Erstarren gebracht. Die Entwickelung der Cultur schritt nun innerhalb der nächsten sechs Wochen langsam und gleichmässig fort. Nach Ablauf der erwähnten Zeit präsentirte sich die Cultur als eine 4 cm lange, $^1/_2$ bis $^3/_4$ cm breite, schlauchförmige, grauweisse Trübung, die sich in die aufgetragene Gelatineschicht soweit hinein erstreckte, dass sie nur noch durch eine 1 cm breite Gelatinebrücke von der umgebenden Luft getrennt war. Von Leuchten war an derselben noch nicht das Geringste

wahrzunehmen. Erst als diese Brücke mit einem dicken Draht durchbohrt und so der Luft Zutritt zu der Cultur verschafft war, wurde bereits zwei Stunden später ein leuchtender Punkt an der Einstichsstelle sowie in den nächsten Tagen sehr hübsches Leuchten an der Oberfläche der Cultur beobachtet.

Das Leuchten der Culturen ist mithin in ähnlicher Weise von dem Zutritt der Luft abhängig wie z. B. die Pigmentbildung, die ja bei den farbstofferzeugenden Bacterien, wie bekannt, auch immer erst dann eintritt, wenn die Culturmassen mit der atmosphärischen Luft in Verbindung stehen. Ich habe einen dem vorigen ganz analogen Versuch mit der Stichcultur eines durch Bildung eines rothen Farbstoffes ausgezeichneten, beweglichen Bacillus angestellt, den ich in der Wasserleitung von Plymouth entnommenem Trinkwasser fand und, der sich nicht nur durch seine Gestalt (kleine, dicke Stäbchen mit abgerundeten Enden, kurze Fäden bildend) sowie durch die carmoisinrothe Farbe des Pigments von den bisher bekannten, einen rothen Farbstoff bildenden Bacterien (Micrococcus prodigiosus, Bacillus indicus ruber [Koch] und Bacillus ruber [Frank]) unterscheidet, sondern auch durch eine stark fadenziehende Beschaffenheit der Culturen, sowie durch lebhafte Gasproduction gut charakterisirt ist.

Als hier sofort nach Anfertigung der Stichcultur eine 2 ^{cm} hohe Schicht Gelatine in das Röhrchen gebracht war, erschien nach einigen Tagen im unteren Abschnitt der Gelatine eine dem Impfstich entsprechende, grauweisse, mit Verflüssigung der Gelatine einhergehende Trübung, die sich im Verlauf mehrerer Wochen ebenfalls bis auf ca. 1 ^{cm} der Gelatineoberfläche angenähert hatte, ohne während der ganzen Zeit auch nur eine Spur von einer rothen Farbe erkennen zu lassen. Am nächsten Tage sollte, ähnlich wie beim vorigen Versuch, der Einstich gemacht werden, es zeigte sich indess, dass die am Tage vorher noch bestehende, die Cultur von der umgebenden Luft trennende Gelatinebrücke von selbst, wahrscheinlich in Folge der starken Gasansammlung in der Cultur geplatzt war, und wurde jetzt auch bereits ein etwa stecknadelkopfgrosser carmoisinrother Fleck, wie er sich sonst gewöhnlich schon 1 bis 2 Tage nach der Impfung an der Einstichsstelle in der Gelatineoberfläche zu zeigen pflegte, wahrgenommen.

Auch der nachstehende Versuch, bei welchem kräftig gewachsene und gut leuchtende Gelatinestichculturen eine Zeit lang in eine Kohlensäureatmosphäre gebracht wurden, beweist, dass das Leuchten der Culturen nur bei ungehindertem Zutritt der Luft stattfindet. Sofort nach dem Einbringen der Culturen in eine mit Kohlensäure gefüllte Flasche wurde das Leuchten schwächer und erlosch nach einigen Stunden gänzlich. Während des zweitägigen Aufenthaltes der Culturen in der Flasche kehrte das

Leuchten nicht wieder, dagegen erschien es kurze Zeit, nachdem die Culturen aus der Flasche entfernt waren, und erlangte auch die frühere Intensität wieder.

Wie wir von Pflüger in den eingangs citirten Arbeiten erfahren, hat Boyer bereits festgestellt, dass das Leuchten von Fischen im luftleeren Raum verschwindet, dass aber die Fische selbst nach längerem Verweilen im Vacuum beim Contact mit der atmosphärischen Luft das Licht wieder erhalten, und ist ebenfalls durch frühere Versuche ermittelt, dass auch in einer Stickstoff- sowie in einer Wasserstoffatmosphäre das Leuchten aufhört, um beim Zutritt der Luft wieder zu erscheinen. Leider habe ich, da mir die erforderlichen Apparate nicht zur Verfügung standen, bisher diese Versuche, aus denen auch hervorgeht, dass es der Sauerstoff der Luft ist, von welchem die Lichtentwickelung in so hohem Grade abhängig ist, mit den lichtentwickelnden Stäbchen nicht anstellen können, zweifle aber nach dem oben beschriebenen Verhalten der lichtentwickelnden Stäbchen bei Luftabschluss nicht daran, dass dieses der Fall ist.

Pflüger beobachtete, dass an den leuchtenden Fischen, mit denen er experimentirte, nur die Oberfläche, welche mit der Luft in Berührung stand, leuchtete, während der Fisch an der Stelle, wo er auf einer nicht porösen Unterlage auflag, durchaus nicht leuchtete. Auch bei den von mir künstlich leuchtend gemachten Fischen erwiesen sich diejenigen Partien, an denen der Fisch die Glaswand innig berührte, an welchen mithin der Zutritt der Luft nicht erfolgen konnte, als nicht leuchtend.

Bei den Bouillonculturen könnte es auf den ersten Blick scheinen, als ob das Leuchten doch nicht in dem Maasse von dem Zutritt der Luft bez. des atmosphärischen Sauerstoffs abhängig sei, wie wir dies nach den bisherigen Versuchen und Beobachtungen angenommen haben, denn, wie erwähnt, leuchtet bei den Reagensglasculturen, in den ersten Tagen wenigstens, auch ohne dass sie geschüttelt worden sind, die Bouillon in ihrer ganzen Masse. Ich erkläre mir dies dadurch, dass die Stäbchen im Anfang, so lange ihre Vermehrung noch keine so bedeutende ist, mit dem in der Bouillon vorhandenen, absorbirten Sauerstoff der Luft auskommen, zumal da sie durch ihre Beweglichkeit befähigt sind, sich an die Oberfläche der Flüssigkeit zu begeben und sich daselbst mit dem erforderlichen Sauerstoff zu versehen. Später, wenn in Folge der ungeheuren Vermehrung der Stäbchen der ursprünglich vorhandene Sauerstoff aufgebraucht ist und wenn an der Oberfläche der Bouillon eine Anhäufung der Stäbchen, wie sie ja durch die Häutchenbildung angezeigt wird, stattgefunden hat, ist einmal der Zutritt der atmosphärischen Luft zu den tieferen Abschnitten der Bouillon ganz ausserordentlich erschwert, indem die an der Oberfläche

massenhaft angesammelten Stäbchen den sich ihnen darbietenden Sauerstoff vollständig für sich in Beschlag nehmen, so dass für die in der Tiefe befindlichen nichts mehr übrig bleibt, und ist ausserdem den Stäbchen in der Tiefe wegen der Häutchenbildung die Möglichkeit genommen, sich an die Oberfläche der Flüssigkeit zu begeben und mit neuem Sauerstoff zu beladen.

Die Bouillon, welche nunmehr bei ruhigem Stehen nur an der Oberfläche leuchtet, verhält sich jetzt ganz ähnlich wie die Kulturen auf festem Nährboden, bei denen ebenfalls nur die obersten mit der Luft in direkter Berührung befindlichen Abschnitte leuchten. Gerade der Umstand, dass das gleichmässig auf die ganze Masse vertheilte Leuchten der Bouillonkulturen immer nur ein vorübergehendes ist, spricht für die Richtigkeit unserer Behauptung von der Nothwendigkeit des Luftzutritts für die Lichtentwickelung. Das Verhalten, welches die im zweiten Stadium des Leuchtens d. h. die nur an der Oberfläche leuchtenden Bouillonkulturen, beim Schütteln zeigen, bringt eine weitere Bestätigung für die Richtigkeit unserer Annahme. Denn dass nicht etwa beim Schütteln die mechanische Erschütterung an sich, sondern vielmehr die in Folge der Verschiebung der Flüssigkeitstheilchen ermöglichte Luftzufuhr zu den tieferen Abschnitten die Veranlassung für das Auftreten des Leuchtens in den tieferen Partien der Flüssigkeit bildet, dafür hat Pflüger, welcher mit einer Seesalzlösung, in der ein phosphorescirender Fisch gelegen hatte, experimentirte, einen sehr hübschen Beweis geliefert. Wurde ein damit gefülltes Reagensgläschen, bei welchem sich nur die Oberfläche der Flüssigkeit leuchtend erwies, erschüttert, so dass die Oberfläche Wellen schlug, so drang das Leuchten nach der Tiefe bis zum Boden vor, um bald allmählich wieder zu verschwinden. Wurde die nur an der Oberfläche leuchtende Flüssigkeit mittelst eines eingeführten Drahtes vorsichtig so umgerührt, dass keine Luft zugeführt wurde, so war das Rühren ohne Einfluss auf das Licht. Dagegen beobachtete Pflüger, dass ein ganz mit dunklem Leuchtwasser gefülltes und zugekorktes Reagensrohr in seiner ganzen Masse plötzlich leuchtend gemacht wurde durch eine Luftblase von 1 bis 2 mm Durchmesser. Ich habe die Versuche in ähnlicher Weise mit künstlich leuchtend gemachtem Seewasser angestellt, wie dies an einer späteren Stelle noch mitgetheilt werden wird, und bin auch zu ganz denselben Resultaten gekommen.

Eine Beobachtung, durch welche Pflüger ebenfalls die hohe Bedeutung des atmosphärischen Sauerstoffs beweisen zu können glaubt, konnte ich nicht bestätigen. Pflüger sah, dass bei einem mit stark leuchtenden Salzwasser gefüllten Reagensglas, das Leuchten, wenn er das Glas mit der Hand umfasst hielt, im Laufe von einigen Secunden

da im Innern erlosch, wo von aussen seine warme Hand anlag. Ausserordentlich schnell im Laufe von etwa 1 Minute wird kaltes leuchtendes Wasser dunkel, wenn man das Reagensglas ganz mit der Hand umfasst und es so erwärmt. Pflüger erklärt diese Beobachtung dadurch, dass bei höherer Temperatur sich der Sauerstoffverbrauch so schnell vollziehe, dass die Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs nicht ausreicht, um die tieferen Schichten der Flüssigkeit zu erreichen, weil er auf seinem Wege dahin verzehrt werde. Ich habe die Versuche in ganz ähnlicher Weise mit Reagensgläschen, die theils Bouillonkulturen, theils leuchtendes Seewasser enthielten, mehrfach wiederholt. Befanden sich die leuchtenden Flüssigkeiten im ersten Stadium des Leuchtens, d. h. blieben sie auch ohne Schütteln längere Zeit hindurch in ihrer ganzen Masse leuchtend, so war Erwärmen des Reagensglases mit der Hand, soweit dasselbe nicht sogar eine Steigerung der Intensität des Lichtes zur Folge hatte, ohne Einfluss. Wurde mit Flüssigkeiten experimentirt, die bei ruhigem Stehen nur an der Oberfläche leuchteten, beim Schütteln aber ein gleichmässig auf die ganze Masse vertheiltes Leuchten erkennen liessen, welches gewöhnlich 1 bis 2 Minuten nach Beendigung des Schüttelns wieder verschwunden war, so machte es nach dem Schütteln keinen merkbaren Unterschied, ob man das Glas sofort in der Hand erwärmte oder nicht; die Zeit, welche bis zum Verschwinden des Leuchtens an den tieferen Abschnitten der Flüssigkeit verging, differirte in beiden Fällen nicht nennenswerth.

Licht scheint sowohl auf das Wachsthum wie auch auf das Leuchten ohne Bedeutung zu sein, wie dies aus dem nachfolgenden Versuch hervorgeht, welcher erkennen lässt, dass das Leuchten der lichtentwickelnden Stäbchen nicht etwa auf Insolation beruht, einem Vorgang, welcher bekanntlich bei gewissen anorganischen Körpern, z. B. dem Chlorophan die Erscheinung der Phosphorescenz bedingt.

Mit Gelatine gefüllte Reagensröhrchen, welche 8 Tage lang an einem absolut dunklen Orte aufbewahrt waren, wurden im Dunkeln mit den lichtentwickelnden Stäbchen geimpft, und hierauf wieder im Dunkeln aufbewahrt. Nach Ablauf von 8 Tagen waren die im Dunkeln aufbewahrten Stichkulturen ebenso kräftig gewachsen, wie die gleichzeitig angefertigten zur Kontrole im Freien aufgestellten und auf diese Weise dem Sonnen- bezw. Tageslicht möglichst exponirten Kulturen, und leuchteten dieselben auch ebenso kräftig.

Von grossem Einfluss auf die Lichtentwickelung ist die Feuchtigkeit, nur bei genügender Feuchtigkeit findet ein Leuchten der Kulturen statt. Schon an einer früheren Stelle ist erwähnt, dass, wenn man einen

leuchtenden Fisch mit dem Finger berührt, das Leuchten des Fingers nur so lange andauert, bis die an dem Finger haftende Leuchtmasse eingetrocknet ist. Auch bei den Eintrocknungsversuchen, welche angestellt wurden, um die Dauer der Lebensfähigkeit der Stäbchen im eingetrockneten Zustand festzustellen, verschwand das Leuchten an den in dünner Schicht auf Objectträger gebrachten Kulturmassen schon nach einigen Minuten. Als eine mit hübsch leuchtenden, räumlich gut getrennten Colonieen versehene Platte aus der feuchten Kammer genommen und im Laboratorium offen hingestellt wurde, zeigte sich nach 3 Stunden der grösste Theil der Gelatine stark eingetrocknet, und war daselbst kein Leuchten mehr wahrzunehmen. Nur an einer Stelle, woselbst die Gelatine etwas dick aufgetragen war, erwies sich dieselbe noch nicht in demselben Maasse eingetrocknet, und war an den daselbst befindlichen Colonieen noch schwaches Leuchten zu bemerken. Als jetzt die Platte mit der Gelatineschicht nach unten eine Zeit lang über kochendes Wasser gehalten wurde, so dass sich Wasserdampf darauf niederschlug, und alsdann noch einige Stunden in eine möglichst feuchte Atmosphäre gebracht worden war, konnte man in den vorher stark eingetrockneten Abschnitten die einzelnen Colonieen wieder schwach leuchten sehen, und hatte das Leuchten an den anderen Colonieen merkbar an Intensität zugenommen.

Das Leuchten erweist sich in hohem Grade abhängig von der umgebenden Temperatur, und zwar scheint eine Temperatur von 25 bis 30 Grad die für das Leuchten günstigste zu sein. Wiederholt wurde bemerkt, dass bei höheren Aussentemperaturen die Culturen am intensivsten leuchteten, während das Leuchten, sobald die Temperatur unter 10° C. kam, auffallend schwach wurde. Die Intensität des Leuchtens von Culturen, die bei gewöhnlicher Temperatur gehalten waren, steigerte sich regelmässig, wenn man dieselben in der Hand erwärmte oder wenn man sie ein paar Minuten lang in Wasser von 25 bis 30 Grad eintauchte.

Versuche, die in der Absicht angestellt wurden, den Einfluss der Temperatur auf das Leuchten festzustellen, ergaben, als Reagensröhrchen mit gut leuchtenden Blutserum- und Bouillonculturen in warmes Wasser von bestimmter Temperatur getaucht wurden, dass die zehn Minuten lange Einwirkung einer Temperatur von 35 Grad noch keine deutliche Veränderung erkennen liess, während die fünf Minuten lange Einwirkung einer Temperatur von 37 Grad schon eine Abnahme des Leuchtens bewirkte. Bei 40 Grad war nach fünf Minuten das Leuchten der Culturen fast ganz erloschen, und vergingen nach dem Herausnehmen aus dem warmen Wasser zwei Stunden, ehe das Leuchten die ursprüngliche Intensität wieder zeigte. Bei 42 Grad waren die Culturen schon nach drei Minuten langem Eintauchen beinahe ganz, nach fünf Minuten aber vollständig er-

loschen und dauerte es nach dem Herausnehmen 24 Stunden, ehe das Leuchten wieder einigermaassen deutlich wurde. Eine Temperatur von 55 Grad hatte nicht nur ein sofortiges Erlöschen, sondern wie bereits erwähnt, schon nach 10 bis 15 Minuten ein vollständiges Absterben der Culturen zur Folge. Bei langsamem Abkühlen von gut leuchtenden Gelatinestichculturen, welches dadurch erreicht wurde, dass ein mit Wasser gefülltes Glas, in welches die Culturen eintauchten, auf Eis gesetzt wurde, war das Leuchten nach einer Stunde, als die Wassertemperatur von 16 Grad auf 6 Grad gefallen war, auffallend schwach geworden, und zwei Stunden später bei einer Temperatur von 2 Grad nur noch ein ganz schwacher Lichtschein wahrzunehmen, der im Laufe weiterer drei Stunden, während welcher die Temperatur zwischen 0 Grad und 2 Grad schwankte, verschwand. 20 Minuten, nachdem das Glas von dem Eise entfernt war, wurde bei einer Temperatur des Wassers von 10 Grad wieder schwaches Leuchten beobachtet, und war nach einer weiteren Stunde, als das Wasser die anfängliche Temperatur von 16 Grad erreicht hatte, das Leuchten wieder ebenso stark als bei Beginn des Versuches.

Schnelles Abkühlen auf Temperaturen unter 0 Grad hatte baldiges Erlöschen zur Folge. Als eine gut leuchtende Stichcultur in eine Kältemischung gebracht wurde, war nach 17 Minuten, während welcher Zeit ein mit der Cultur in die Kältemischung eingetauchtes Thermometer rasch auf −8 Grad und hierauf allmählich bis auf − 12 Grad gefallen war, das Leuchten vollständig erloschen. Bei einem zweiten Versuch verschwand das Leuchten, nachdem die Cultur 15 Minuten lang in eine Kältemischung von − 13 Grad bis − 16 Grad eingetaucht war. Als die vollständig gefrorene Cultur erst, nachdem sie eine Stunde lang in der Kältemischung gewesen war, herausgenommen wurde, machte sich schon nach wenigen Minuten wieder ein schwacher Lichtschein bemerkbar. Brachte man jetzt die Cultur in die Kältemischung zurück, deren Temperatur längere Zeit hindurch − 15 Grad betrug, so war der Lichtschein nach wenigen Minuten wieder verschwunden, nahm man sie alsdann wieder heraus, so dauerte es etwa eine Minute, bis sich der Lichtschein wieder einstellte. Dieses Eintauchen in die Kältemischung bis zum Erlöschen, sowie das Herausnehmen bis zum Wiedererscheinen wurde im Dunkeln eine Zeit lang fortgesetzt und dabei beobachtet, dass es jedesmal nach dem Herausnehmen aus der Kältemischung ungefähr eine Minute dauerte, ehe das Leuchten wieder erschien. Wurde die aus der Kältemischung entfernte Cultur sofort in der Hand erwärmt, so stellte sich der Lichtschein regelmässig weit schneller, nämlich etwa schon nach zehn Secunden ein.

Auch die länger fortgesetzte Einwirkung der Kälte vermochte das Leuchten nicht für immer aufzuheben, denn, wie bereits erwähnt, stellte

sich an einer Cultur, welche an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je drei Stunden lang einer Temperatur von —14 Grad, die übrige Zeit aber einer solchen von 0 Grad ausgesetzt war, zwei Tage, nachdem die Einwirkung der Kälte aufgehört hatte, das Leuchten wieder ein.

Pflüger theilt ebenfalls mit, dass das Leuchten der Fische durch Kälte unter 0 Grad aufgehoben wird, dass dasselbe aber beim Erwärmen wiedererscheint.

Dass die Fäulniss das Leuchten zu vernichten vermag, ist bereits früher erwähnt und auch von Pflüger bei den leuchtenden Fischen beobachtet worden.

Ob die Electricität von Einfluss auf das Leuchten ist, habe ich noch nicht untersuchen können.

Das Leuchten wird durch gewisse chemische Stoffe beeinflusst. So hatte bereits Pflüger ermittelt, dass Zucker, Honig, phosphorsaures Natron und Salpeter vortheilhaft für das Leuchten der Fische sind und auch, wie bereits erwähnt, die Nothwenigkeit einer Seesalzlösung für die Entwickelung des Leuchtens betont, während, wie dies zum Theil auch schon von früheren Beobachtern gefunden war, Säuren, ätzende Lösungen alkalischer Erden, concentrirte Lösungen neutraler Alkalisalze, Sublimat, Bleinitrat, Silbernitrat, Alkohol, Carbolsäure und Chinin das Leuchten zum Verschwinden bringen.

Um mich über die Wirkung verschiedener Stoffe auf das Leuchten zu informiren, verfuhr ich zunächst in der Weise, dass ich einer gut leuchtenden Gelatinestichcultur mittelst der Oese eines Platindrahtes möglichst gleich grosse Tröpfchen entnahm und dieselben auf eine Glasplatte brachte. Zu jedem dieser Tröpfchen wurde ein Tropfen der zu untersuchenden Substanz bez. einer Auflösung derselben zugesetzt und die Wirkung im Dunkeln beobachtet. Es ergab sich hierbei, dass das Leuchten rasch vernichtet wurde durch mineralische und organische Säuren (Salz- und Salpetersäure, Essig- und Milchsäure), durch eine 10 procentige Lösung von Kali causticum, absoluten Alkohol, 90 procentigen Spiritus, Sublimat in 1‰ wässeriger Lösung, 5 procentige wässerige Carbolsäurelösung, Senföl und gesättigte wässerige Kochsalzlösung. Nach dem Zusatze von Aether, sowie in einem Falle auch nach dem von Liquor Ammonii caustici kehrte das anfangs rasch verschwundene Leuchten nach einiger Zeit wieder.

Etwas langsamer erfolgte das Erlöschen bei einer gesättigten wässerigen Lösung von Natrium bicarbonicum, bei einer 15 procentigen Kochsalzlösung, sowie auf Zusatz von Glycerin, Tinctura Opii, Jodwasser, Chininlösung 1 : 30 und Anilinöl.

War das Leuchten durch Liquor Ammonii caustici soeben zum Erlöschen gebracht, so gelang es durch Zusatz von verdünnter Salzsäure

nicht, dasselbe wieder hervorzurufen. Auch das durch Salzsäure zum Verschwinden gebrachte Leuchten konnte durch Hinzufügen einer Lösung von Natrium bicarbonicum bis zur Sättigung nicht wieder erzeugt werden.

5 procentige, wässerige Lösungen von Kochsalz, von doppeltkohlensaurem und von phosphorsaurem Natron hoben das Leuchten nicht auf, sondern schienen sogar dessen Intensität zu steigern; in gleicher Weise hatte Seewasser regelmässig eine Steigerung der Intensität des Leuchtens zur Folge, während destillirtes Wasser und Kieler Leitungswasser bei diesen Versuchen das Leuchten in verhältnissmässig kurzer Zeit vernichteten.

Dieselben Natriumverbindungen, welche bei den Culturversuchen das Wachsthum zu begünstigen schienen, waren demnach in nicht zu starker Concentration auch vortheilhaft für das Leuchten und durfte man nach den obigen Resultaten vermuthen, dass es das Kochsalz sei, durch welches sich die günstige Wirkung des Seewassers auf das Leuchten erkläre. Weitere Versuche zeigten indessen, dass diese Vermuthung nicht ganz zutraf.

Zunächst wurde in der Weise verfahren, dass von den auf ihr Verhalten den leuchtenden Culturen gegenüber zu prüfenden Flüssigkeiten (verschiedene Salzlösungen, Seewasser sowie eine Reihe von Süsswasserproben) je 10 ^{ccm} in ein Reagensröhrchen gebracht, und nach Zusatz von je einem Tropfen einer leuchtenden Stichcultur im Dunkeln beobachtet wurde, ob die betreffende Flüssigkeit leuchtete. Es ergab sich hierbei, dass das Seewasser sofort nach dem Einbringen der Cultur leuchtete und das Leuchten desselben auch zwei Tage lang anhielt, während in 0·5-, 2·5- und 5 procentigen Lösungen von Kochsalz und von doppeltkohlensaurem Natron nach dem Zusatze eines gleichgrossen Tropfens der Cultur zwar ein schwaches Leuchten wahrzunehmen war, dasselbe indess rasch wieder verschwand.

An concentrirteren Lösungen von Kochsalz, an 0·5- 2·5- und 5 procentigen Lösungen von Rohrzucker, an Teich-, Sumpf-, Fluss-, Quell-, Leitungs- und destillirtem Wasser wurde bei diesen Versuchen kein Leuchten wahrgenommen. Ganz ähnlich war das Resultat bei einer Wiederholung des Versuches, bei welcher die zu prüfenden Kochsalzlösungen theils mit Leitungswasser, theils mit destillirtem Wasser hergestellt waren, bei welcher ferner sämmtliche Flüssigkeiten, bevor sie zum Versuche verwandt wurden, sterilisirt waren und, bei welcher schliesslich an Stelle der Gelatinecultur eine gut leuchtende Bouilloncultur benutzt wurde. Wieder war das Seewasser nach dem Hinzufügen eines Tropfens der Bouilloncultur leuchtend geworden und bestand das Leuchten mehrere Tage fort, während an den 0·5 bis 5 procentigen Kochsalz- und Natrium bicar-

bonicumlösungen nach dem Zusatze eines gleichgrossen Tropfens derselben Cultur nur ein schwaches und schnell vorübergehendes Leuchten, an sämmtlichen Süsswasserproben aber ein solches überhaupt nicht constatirt wurde.

Zu einer zweiten Versuchsreihe wurde Regenwasser benutzt, von welchem zu je 10 ccm 1, 5, 15, 30 bez. 60 Tropfen einer gesättigten Kochsalzlösung hinzugefügt waren. Zum Vergleich wurde wieder von Seewasser, sowie von Teich-, Sumpf- und Leitungswasser Gebrauch gemacht. Nach Zusatz von einem Tropfen einer Bouillonkultur erwies sich das Seewasser wieder leuchtend wie bei den früheren Versuchen. Zu den kochsalzhaltigen Wasserproben mussten je 25 Tropfen der Culturen zugesetzt werden, ehe an den beiden Röhrchen, welche am meisten Kochsalz enthielten, Leuchten eintrat. Das Röhrchen mit 30 Tropfen der gesättigten Kochsalzlösung leuchtete nur schwach und nur kurze Zeit, das mit 60 Tropfen aber ebenso intensiv und anhaltend, wie die Seewasserprobe. An den 3 übrigen Röhrchen mit kochsalzhaltigem Regenwasser, an den Proben vom Teich-, Sumpf- und Leitungswasser, war nach dem Hinzufügen von 25 Tropfen der leuchtenden Bouillon von Leuchten noch nichts wahrzunehmen.

Zu den weiteren hierher gehörigen Versuchen wurden immer nur grosse Flüssigkeitsmengen, nie unter 1 Liter und als Leuchtflüssigkeit an Stelle der Bouillon Seewasser, in welchem ein gut leuchtender Fisch abgespült war, benutzt. Solches Wasser leuchtete nicht nur ebenso intensiv wie eine Bouillonkultur, sondern verhielt sich überhaupt derselben sehr ähnlich. Nur wenige Cubikcentimeter davon genügten, um ein Liter Seewasser leuchtend zu machen, derart, dass das Leuchten deutlich war und etwa 24 Stunden lang andauerte. Um dagegen 1 Liter einer 3procentigen Kochsalzlösung in gleicher Weise leuchtend zu machen, musste etwa $^1/_8$ Liter von der Leuchtflüssigkeit zugesetzt werden und bei Leitungs- bez. destillirtem Wasser genügte zuweilen selbst $^1/_4$ Liter noch nicht.

Erfolgte das Zugiessen der Leuchtflüssigkeit im Dunkeln tropfenweise oder doch langsam in dünnem Strahl, so machte sich zwischen dem Seewasser einerseits und den Kochsalzlösungen sowie den Süsswasserproben andererseits ein wesentlicher Unterschied bemerkbar.

Im Seewasser war selbst bei den ersten Tropfen schon Leuchten der Flüssigkeit, welches von der Stelle, wo sich der einfallende Tropfen bez. Strahl mit dem Seewasser vereinigte, ausging, zu bemerken, dasselbe griff, allmählich schwächer werdend, eine Strecke weit um sich und verschwand erst, nachdem es einige Secunden bestanden hatte. Bei der Kochsalzlösung bez. dem gewöhnlichen Wasser wurde ein ähnliches Verhalten immer erst, nachdem schon grössere Mengen der Leuchtflüssigkeit zuge-

setzt waren, beobachtet, während anfangs das Leuchten des einfallenden Tropfens bez. Strahls in dem Moment, in welchem die Leuchtflüssigkeit mit der Lösung bez. dem Wasser in Berührung trat, verschwand.

Zu den vorstehenden Versuchen war als Seewasser stets solches aus der Ostsee, und zwar zum Theil im Kieler Hafen, zum Theil in grösserer Entfernung von der Küste geschöpftes verwendet worden. Als später Seewasser aus der Nordsee, sowie aus dem Mittelmeer benutzt wurde, verhielt sich dieses ungefähr ebenso wie das Ostseewasser. Auch eine 3procentige Auflösung von natürlichem Seesalz zeigte ein ähnliches Verhalten, ebenso das künstlich aus seinen einzelnen Bestandtheilen zusammengesetzte Seewasser, welches im Berliner Aquarium Verwendung findet, und welches in seiner Zusammensetzung etwa dem der Nordsee entspricht.

Wie aus den mitgetheilten Versuchen hervorgeht, bewirkt zwar Kochsalz, wenn es etwa in dem Verhältniss, in welchem es im Seewasser vorkommt, zu gewöhnlichem Wasser zugesetzt wird, dass die Lösung leichter, d. h. nach Zusatz einer geringeren Menge von Leuchtflüssigkeit leuchtend wird, als gewöhnliches Wasser, dagegen ist es keineswegs im Stande, dem gewöhnlichen Wasser dieselben Eigenschaften zu verleihen, welche das Seewasser den leuchtenden Culturen gegenüber auszeichnet. Nach den Resultaten der vorstehenden Versuche, besonders nach dem Verhalten des künstlich hergestellten Seewassers zu der Leuchtflüssigkeit dürfte es einem Zweifel kaum unterliegen, dass die neben dem Kochsalz im Seewasser regelmässig vorkommenden Salze eine wichtige Rolle spielen. Einige Versuche, die ich vor Kurzem mit Chlormagnesium und schwefelsaurer Magnesia, den beiden nächst dem Kochsalz im Seewasser quantitativ am meisten vertretenen Salzen anstellte, ergaben, dass 0·5 bis 3procentige Lösungen derselben sich in hohem Grade vortheilhaft für das Leuchten erwiesen. Ein Tropfen dieser Lösungen zu kleinen, möglichst gleich grossen, mit der Oese leuchtenden Stichkulturen entnommenen Tröpfchen in ähnlicher Weise, wie früher beschrieben, hinzugesetzt, schien die Intensität des Leuchtens stets zu steigern. Als zu 10 ^{ccm} einer 3procentigen Chlormagnesiumlösung 5 Tropfen Leuchtflüssigkeit zugesetzt waren, leuchtete dieselbe intensiv, und dauerte das Leuchten mehrere Tage an, bei Verwendung einer 0·5procentigen Lösung war das Leuchten nach Zusatz von 5 Tropfen der Leuchtflüssigkeit ebenfalls deutlich und noch nach 24 Stunden vorhanden. Die gleichstarken Lösungen von schwefelsaurer Magnesia verhielten sich ähnlich, nur war das Leuchten weniger intensiv und nicht so lange anhaltend.

Ob die Magnesiumverbindungen und zwar besonders das Chlormagnesium, das Leuchten erheblich mehr begünstigen, als das Kochsalz, wie

es nach den soeben mitgetheilten Versuchen fast den Anschein hat, darüber konnte ich leider bis jetzt vergleichende Versuche noch nicht anstellen, ebenso war es mir bisher noch nicht möglich, experimentell festzustellen, ob die genannten Magnesiumverbindungen in dem Mengenverhältniss, in welchem sie im Meer angetroffen werden, allein oder erst im Verein mit Kochsalz gewöhnlichem Wasser die günstige Wirkung auf das Leuchten verleihen, welche das Seewasser bei den Versuchen regelmässig hat erkennen lassen.

Weitere Versuche nach dieser Richtung hin sind nicht nur zur Beantwortung der angedeuteten Fragen erforderlich, sondern stellen auch eine Aufklärung über den bis jetzt noch dunklen chemischen Vorgang, durch welchen die Lichtentwickelung zu Stande kommt, in Aussicht, namentlich, wenn damit einerseits Versuche über die für ein gutes Gedeihen der Stäbchen unbedingt erforderlichen Nährstoffe, sowie andererseits über die Stoffwechselproducte derselben Hand in Hand gehen.

Was die Leuchtintensität des durch Zusatz leuchtender Culturen bez. Flüssigkeiten leuchtend gemachten Seewassers betrifft, so ist dieselbe, sobald nur verhältnissmässig wenig Seewasser genommen wurde, ebenso stark, ja in einigen Fällen sogar noch beträchtlicher gewesen, als die der zugesetzten Culturen u. s. w. Mehrfach habe ich beobachtet, dass nach Zusatz von etwa 1 ccm gut leuchtender Bouillon zu 1 bis 2 ccm Seewasser, das leuchtend gemachte Seewasser alsbald kräftiger leuchtete als die Bouillon. Wurde von der leuchtenden Bouillon bez. der erwähnten Leuchtflüssigkeit ein Theil zu der etwa fünf- bis zehnfachen Menge Seewasser zugesetzt, so leuchtete häufig das Seewasser ebenso intensiv als die zur Verwendung gelangte Bouillon bez. Leuchtflüssigkeit.

Es findet demnach hierbei eine Steigerung der Intensität des Leuchtens statt. Da dieselbe sofort nach dem Einbringen der leuchtenden Culturen u. s. w. in die Erscheinung tritt, so kann sie nicht durch eine Vermehrung der lichtentwickelnden Stäbchen bedingt sein, sie muss vielmehr durch die directe Einwirkung des Seewassers auf die Stäbchen zu Stande kommen. Offenbar werden die in das Seewasser verpflanzten Stäbchen durch die das Leuchten in so hervorragender Weise begünstigenden Salze des Seewassers zu einer lebhaften Entfaltung ihrer Lebensthätigkeit angeregt, welche sich durch besonders kräftiges Leuchten zu erkennen giebt. Vielleicht spielt auch der Sauerstoff hierbei eine Rolle, indem derselbe den Stäbchen unmittelbar nach dem Einbringen in das Seewasser in reichlicherer Menge dargeboten wird als in den Culturen bez. Culturaufschwemmungen, woselbst bereits ein starker Sauerstoffverbrauch stattgefunden hat. Der grössere Sauerstoffvorrath gestattet aber den Stäbchen ihr Sauerstoff-

bedürfniss im vollsten Maasse zu befriedigen und so eine möglichst starke Lichtentwickelung zu Stande zu bringen.

Setzt man zu einer leuchtenden Cultur bez. Culturaufschwemmung Seewasser langsam hinzu, so nimmt die Intensität des Leuchtens, wie bereits erwähnt, anfangs zu bez. bleibt dieselbe eine Zeit lang unverändert. Fährt man aber mit dem Zusatz des Seewassers fort, so wird schliesslich und zwar entsprechend der Menge des zugesetzten Seewassers das Leuchten immer schwächer. Wie weit man indess hierbei gehen kann, ohne dass das Leuchten aufgehoben wird, lässt der nachstehende Versuch erkennen, bei welchem mittelst einer etwa 125 grm schweren, leuchtend gemachten Flunder 50 Liter Seewasser leuchtend gemacht wurden. Der Fisch wurde erst in 1 Liter Seewasser gehörig abgespült, und hierauf das Seewasser, welches ebenso stark leuchtete wie eine gut leuchtende Bouilloncultur, in einen mit Seewasser gefüllten Eimer gebracht. Der ganze Inhalt des Eimers leuchtete alsbald so intensiv, dass man die in die Nähe gebrachte Taschenuhr leicht abzulesen vermochte. Als hierauf der Inhalt des Eimers auf fünf weitere mit Seewasser gefüllte Eimer vertheilt worden war, leuchtete die ganze etwa 50 Liter betragende Masse noch deutlich derart, dass, wenn ein damit gefüllter Eimer an die Wand gestellt wurde, an der Wand nicht nur ein Lichtschein, sondern sogar von der über die Flüssigkeitsoberfläche gehaltenen Hand der Schatten zu erkennen war. Das Leuchten bestand in derselben Stärke einige Stunden lang fort und war nach 24 Stunden beim Umrühren der Flüssigkeit noch deutlich wahrzunehmen. Der Versuch wurde in ähnlicher Weise vielfach wiederholt und gelang es stets, mit einem einzigen leuchtend gemachten Fisch von der angegebenen Grösse 50 bis 60 Liter Seewasser in der beschriebenen Weise leuchtend zu machen.

Nach meiner Erfahrung bedient man sich am zweckmässigsten leuchtend gemachter Fische, wenn man beabsichtigt, grössere Mengen Seewasser leuchtend zu machen, denn während die Gewinnung einer grösseren Quantität leuchtender Bouillon ziemlich umständlich ist und einen gewissen Aufwand von Zeit, Mühe und Kosten erfordert, ist ein leuchtender Fisch, wie dies aus dem früher Mitgetheilten ersichtlich ist, leicht und billig zu beschaffen. Man thut gut, das leuchtend zu machende Seewasser auf eine Temperatur von 25 bis 30° C. zu bringen, weil bei dieser Temperatur die Erscheinung am schönsten zu Tage tritt. Die durch Abspülen des Fisches gewonnene Leuchtflüssigkeit wird zweckmässig durch Coliren von den gröberen Fleischpartikelchen befreit, welche, wenn sie von der Fischoberfläche herstammen, sich als leuchtende Flocken bez. Klümpchen in der Leuchtflüssigkeit zu erkennen geben.

Wurde ein 60 Liter haltiges Aquarium mit Seewasser gefüllt und die

von einem leuchtend gemachten Fisch durch Abspülen gewonnene Leuchtflüssigkeit nach voraufgegangenem Coliren hinzugesetzt, so erschien das Wasser bei Tageslicht leicht getrübt und leuchtete es im Dunkeln, und zwar in seiner ganzen Masse gleichmässig, ähnlich wie die Bouillon im ersten Stadium, nur nicht so intensiv. Bei Verwendung mehrerer Fische wurde natürlich die Intensität des Leuchtens eine entsprechend stärkere. Um für Demonstrationszwecke ein möglichst kräftiges Leuchten zu erzielen empfiehlt es sich daher, für das angegebene Wasserquantum etwa 4 bis 6 solche Fische zu verwenden. Das Wasser leuchtet alsdann so stark, dass man die um das Aquarium stehenden Personen erkennen kann, die in die Nähe gebrachte Taschenuhr abzulesen vermag u. s. w. u. s. w.

Bringt man lebende Thiere (Fische, Taschenkrebse u. s. w.) in solches leuchtend gemachtes Wasser, so sieht man dieselben im Dunkeln nur, wenn sie sich in der Nähe der Glaswandung, bez. an der Oberfläche der Flüssigkeit aufhalten. Das gleichmässige Leuchten dauert in derselben mehrere Stunden lang an. Nach 24 Stunden war, wenn nur ein Fisch zum Leuchtenmachen des Wassers benutzt war, vorausgesetzt, dass das Wasser ruhig gestanden hatte und nicht aufgerührt worden war, das Leuchten meist verschwunden, es kehrte aber in derselben Weise wie dies früher bei der Bouillon beschrieben ist, sofort beim Umrühren der Flüssigkeit auf kurze Zeit wieder. Waren mehrere leuchtende Fische benutzt, so zeigte die Flüssigkeit nach 24 Stunden oft noch, ohne dass sie vorher umgerührt worden war, ein schwaches allgemeines Leuchten oder war wenigstens an der Oberfläche noch ein schwacher Lichtschein wahrzunehmen. Tauchte man einen Glasstab in die Flüssigkeit, so erschien sofort das Wasser in der Umgebung des Stabes hübsch leuchtend und griff das Leuchten blitzartig schnell von dem eingetauchten Stabe aus eine Strecke weit um sich. Liess man den eingetauchten Stab, ohne ihn zu bewegen, eine Zeit lang in der Flüssigkeit, so verlor sich das Leuchten allmählich und hörte schliesslich nach Ablauf von wenigen Minuten ganz auf. Zog man jetzt den Stab einmal rasch durch die Flüssigkeit, so wurde fast momentan die ganze Masse leuchtend und zwar ging das Leuchten immer zunächst von den Stellen aus, an welchen der Glasstab durch die Flüssigkeit bewegt worden war und drang dasselbe regelmässig von der Oberfläche nach der Tiefe vor. Wieder blieb das Leuchten der Flüssigkeit eine Zeit lang intensiv und zwar gewöhnlich ebenso stark wie am Tage vorher; es wurde dann allmählich schwächer und verschwand nach wenigen Minuten vollständig. Wiederholte man das Eintauchen, bez. das Durchziehen des Stabes, so trat jedes Mal das Aufleuchten in der beschriebenen Weise ein, um nach wenigen Minuten, wenn die Flüssigkeit unberührt blieb, wieder zu verschwinden. Auch einfaches Blasen

gegen die Oberfläche hatte, sofern es zur Wellenbildung daselbst kam, ein von der betreffenden Stelle ausgehendes Leuchten zur Folge. In gleicher Weise liess sich durch Eingiessen von nicht leuchtendem Seewasser ein Aufleuchten der ganzen Flüssigkeitsmenge erzielen. Schon bei Besprechung der Bouillonculturen, welche sich ja ganz ähnlich verhielten, ist erwähnt, dass es nicht etwa die Erschütterung an sich ist, welche ein Aufleuchten der tieferen Abschnitte bewirkt; das Aufleuchten kommt vielmehr dadurch zu Stande, dass den tieferen Abschnitten in Folge der Bewegung, bez. Verschiebung der Flüssigkeitstheilchen der Sauerstoff der atmosphärischen Luft zugeführt wird, wie dies die nachstehenden Versuche deutlich erkennen lassen. Als ein in seinem mittleren Abschnitt zu einer Spirale mit weiten Windungen zurechtgebogener Draht in die Flüssigkeit eingetaucht wurde, fand zunächst, ähnlich wie beim Eintauchen des Glasstabes in der Umgebung des eingetauchten Drahtes ein blitzartiges Aufleuchten statt, welches sich nach einigen Minuten, während welcher Zeit der Draht ruhig gehalten wurde, vollständig wieder verlor. Wurde jetzt der Draht vorsichtig um seine Längsachse gedreht, so trat ein Aufleuchten nicht ein. Die Bewegung der Flüssigkeit an sich hatte mithin ein Aufleuchten nicht zur Folge. Wurde ein Glasrohr in die Flüssigkeit gebracht und durch dasselbe von aussen Luft hinzugeführt, so trat jedes Mal mit dem Austreten von Luft aus dem Rohr ein Aufleuchten der Flüssigkeit ein, welches zunächst an der am Boden des Aquariums befindlichen Mündung des Glasrohres sichtbar wurde und von da aus, entsprechend dem Weg, welchen die die Flüssigkeit passirenden Luftblasen nahmen, nach der Oberfläche vordrang, gleichzeitig aber auch in seitlicher Richtung um sich griff. Wenige Luftblasen genügten, um die ganze Flüssigkeit wie beim Umrühren mit einem Glasstab und zwar fast momentan leuchtend zu machen. Ganz anders verhielt sich die Flüssigkeit, als mittelst des erwähnten Glasrohres Kohlensäuregas zugeführt wurde. Auch hier war jedes Mal, wenn eine Gasblase hindurchgeleitet wurde, ein Aufleuchten zu bemerken, dasselbe ging aber regelmässig von der Flüssigkeitsoberfläche, nicht wie bei dem Hindurchleiten von Luft von der Glasrohrmündung am Boden aus. Die Kohlensäuregasblasen erzeugten auf ihrem Wege durch die Flüssigkeit kein Aufleuchten, erst wenn sie die Flüssigkeit verliessen und beim Verlassen eine Verschiebung der Flüssigkeitstheilchen an der Oberfläche verursachten, trat daselbst Leuchten auf und verbreitete sich dasselbe von der Austrittsstelle der Gasblasen aus der Flüssigkeit weiter, sowohl nach abwärts, als auch in seitlicher Richtung.

Auch 48 Stunden nach Herstellung des leuchtenden Wassers bewirkte ein Aufrühren der Flüssigkeit bezw. Durchleiten von Luft u. s. w. an

der sonst dunklen Masse noch das beschriebene, fast momentane Aufleuchten, nur war die Intensität des Leuchtens geringer, und verschwand das Licht nach dem Aufhören der Bewegung u. s. w. schneller als am Tage vorher. Waren mehrere Fische zur Herstellung des leuchtenden Wassers verwendet worden, so gelang es selbst nach Ablauf von 72 Stunden oft noch durch Umrühren bezw. durch Zuführung von Luft in der geschilderten Weise das sonst vollkommen dunkle Wasser in seiner ganzen Masse plötzlich aufleuchten zu machen.

Das durch Verpflanzung der lichtentwickelnden Stäbchen auf die beschriebene Weise künstlich leuchtend gemachte Seewasser verhält sich ganz ähnlich wie die Meeresoberfläche bei gewissen Arten des Meerleuchtens. Was zunächst das erste Stadium betrifft, bei welchem das Wasser längere Zeit hindurch in seiner ganzen Masse leuchtet, so entspricht dasselbe genau demjenigen Meerleuchten, welches von den Engländern als milky sea bezeichnet zu werden pflegt. Es ist dieses ein grossartiges Naturschauspiel, welches auf Jeden, der es zum ersten Male sieht, einen gewaltigen Eindruck macht. Dasselbe wird nach dem, was mir erfahrene Schiffskapitäne darüber mitgetheilt haben, in tropischen und subtropischen Gegenden, gewöhnlich in nicht zu grosser Entfernung vom Lande angetroffen, und kommt verhältnissmässig selten vor. Ich selbst bin bei einem mehr als 6jährigen Aufenthalt auf See und bei einem etwa 5jährigen Verweilen in tropischen bezw. subtropischen Gewässern nur einmal so glücklich gewesen, dieser Naturerscheinung zu begegnen. Es war dieses im Februar 1881 im indischen Ocean, östlich von der Insel Sokotra, als ich mich an Bord S. M. Kanonenboot „Cyclop" von Ostasien kommend auf der Heimreise befand. Nachdem sich an den beiden voraufgegangenen Tagen die Meeresoberfläche mit Quallen derart bedeckt gezeigt hatte, dass das Schiff förmlich seinen Weg durch ein Meer von Quallen nahm, trat mit Eintritt der Dunkelheit, wenige Minuten nach Sonnenuntergang die Erscheinung plötzlich ein. Alles eilte an Deck, um das seltsame Schauspiel zu bewundern, unter der gesammten Besatzung fand sich Niemand, der etwas Aehnliches früher gesehen hatte. Nicht nur in der nächsten Umgebung des Schiffes, sondern so weit das Auge reichte, bildete die Wasserfläche eine einzige, gleichmässig leuchtende Masse, welches ein mildes, bläulichweisses Licht ausstrahlte. Dabei hatte die Oberfläche etwas eigenthümlich Verschwommenes. Der Horizont, der sich bei dem klaren Sternenihmmel scharf hätte absetzen müssen, war nicht zu unterscheiden. Die Contouren der Wellen, selbst die von solchen in unmittelbarer Nähe des Schiffes konnte man, auch wenn man sich über die Bordwand lehnte, so dass man nur wenige Meter davon entfernt war, nicht erkennen, während das von ihnen verursachte Geräusch deutlich zum Ohr

drang. Ich habe mich damals vergeblich bemüht irgend etwas ausfindig zu machen, womit man diese leuchtende Meeresoberfläche vergleichen könnte. Der von den Engländern in der Bezeichnung milky sea gebrauchte Vergleich mit einem Meer von Milch passt ebensowenig, wie etwa der mit einer weiten, schneebedeckten Ebene oder mit einer ausgedehnten ruhigen Wasserfläche bei Mondbeleuchtung.

Das mittelst Eimern geschöpfte und an Deck gebrachte Wasser leuchtete genau so wie das bei den beschriebenen Versuchen künstlich leuchtend gemachte Wasser unmittelbar nach dem Zusatz der Leuchtflüssigkeit, nur war, so weit ich mich zn erinnern vermag, das Leuchten nicht ganz so stark. Bei Licht betrachtet erschien das Wasser nur wenig getrübt. Quallen fanden sich in dem Wasser nicht mehr. Schütteln, bez. Umrühren im Dunkeln hatte eine Steigerung der Intensität des Leuchtens nicht zur Folge. Durch ein gewöhnliches Filter lief das Wasser leuchtend hindurch, das Filtrat leuchtete weit schwächer als die Flüssigkeit vor dem Filtriren. Irgend welche leuchtende Punkte, bez. Klümpchen wurden in dem leuchtenden Wasser nicht wahrgenommen. Dieselben fehlten auch auf dem Filter, und wurden bei der längere Zeit fortgesetzten, sorgfältigen mikroskopischen Untersuchung der von dem Filter entnommenen Massen die erwarteten leuchtenden Infusorien, bez. niederen Thiere auch, nachdem grössere Mengen von dem leuchtenden Wasser das Filter passirt hatten, nicht aufgefunden. Eine Untersuchung auf Spaltpilze habe ich damals nicht ausgeführt.

Das Meerleuchten dauerte die ganze Nacht hindurch unverändert fort und verschwand erst mit Sonnenaufgang. Auch das geschöpfte, in den Eimern an Deck stehende Meerwasser leuchtete die ganze Nacht hindurch. Am nächsten Tage, wieder nach Sonnenuntergang bot sich das Schauspiel nochmals dar, nur war das Leuchten schon schwächer und verlor es sich gegen Mitternacht allmählich gänzlich.

Eine zweite Art des Meerleuchtens, die häufiger vorkommt und die auch öfters in unseren heimathlichen Meeren so z. B. fast regelmässig im Spätsommer bez. Herbst im Kielerhafen beobachtet wird, zeigt in ihrem Verhalten grosse Uebereinstimmung mit dem künstlich leuchtend gemachten Seewasser, wenn es eine Zeit lang gestanden hat und in der oben beschriebenen Weise immer erst nach vorhergegangenen Schütteln, Aufrühren bez. nach Durchleitung von Luft vorübergehend aufleuchtet.

Ist die Meeresoberfläche ruhig, so bemerkt man bei dieser Art des Meerleuchtens höchstens einen ganz schwachen Lichtschein, dagegen zeigt sich überall, wo ein Zerstäuben, ein Aufrühren und Aufwühlen u. s. w. der Wassermassen stattfindet, ein plötzliches Aufleuchten, welches genau wie bei dem künstlich leuchtend gemachten Seewasser von der aufgerührten

Stelle aus eine Strecke weit um sich greift, so dass ein mehr oder minder grosser Abschnitt der Meeresoberfläche eine Zeit lang in seiner ganzen Masse gleichmässig mit dem weisslichen Lichte leuchtet. Allmählich lässt die Intensität des Leuchtens nach um nach secunden- bis minutenlangem Bestehen vollständig zu verschwinden.

Dieses fast momentane Aufleuchten wird wahrgenommen, wenn man einen Stein in das Wasser wirft, wenn man einen Gegenstand eintaucht, beispielsweise, wenn die Riemen eines rudernden Bootes in das Wasser eintauchen, wenn man etwas Wasser mit der Hand schöpft, wobei die ablaufenden Tropfen nicht nur, sondern auch das Wasser in der Hand leuchtet, wenn man das Wasser mit einem Stocke aufrührt, wenn man die Oberfläche desselben durch Schlagen gegen dieselbe verspritzt u. s. w. Die soeben noch völlig dunkle Wasserfläche eines wenig belebten Hafens wird durch einen plötzlich einsetzenden Regen wie mit einem Schlage in ein ausgedehntes Feuermeer umgewandelt. Es findet dieses Aufleuchten statt überall da, wo die Wogen gegen Felsen, wie z. B. in der Brandung, wo sie gegen den Strand geworfen werden. Es leuchten in der beschriebenen Weise bei bewegter See die schaumbedeckten Wellenköpfe, es leuchtet das Wasser überall da, wo es gegen das in der Fahrt befindliche Boot bez. Schiff spült, es zeigt sich das Leuchten besonders hübsch da, wo durch das rotirende Rad, durch die Schraube das Wasser aufgewühlt bez. verspritzt wird. Von dem Hintertheile des sich fortbewegenden Fahrzeuges geht eine die Länge desselben oft übertreffende, mit der Entfernung immer schwächer werdende, leuchtende Furche aus, das sogen. Kielwasser d. h. die durch den Boden des die Salzfluth zertheilenden Fahrzeuges aufgerührten, noch nicht wieder zur Ruhe gekommenen Wassermassen u. s. w. u. s. w.

Jedermann, der diese Art des Meerleuchtens kennt und damit das oben beschriebene Verhalten des künstlich leuchtend gemachten Seewassers vergleicht, ist von der grossen Uebereinstimmung der Erscheinungen überzeugt. Leider bin ich nach dem Auffinden der lichtentwickelnden Stäbchen bisher, obwohl ich noch volle acht Monate an Bord theils im Atlantischen Ocean, theils in der Nord- und Ostsee zubrachte, dieser Art des Meerleuchtens nicht wieder begegnet, so dass ich bis jetzt den directen Nachweis, dass dieses Leuchten durch die beschriebenen lichtentwickelnden Stäbchen oder doch wenigstens durch ähnliche Spaltpilze hervorgebracht wird, noch nicht erbringen konnte; ich zweifle indess nicht daran, dass durch weitere Untersuchungen dieser Nachweis gelingen wird.

Die lichtentwickelnden Stäbchen scheinen für gewöhnlich im Meere eine allgemeine Verbreitung nicht zu haben. Trotz der zahlreichen, auf der Heimreise von Westindien im Atlantischen Ocean, im englischen

Canal, in der Nord- und Ostsee ausgeführten Seewasseruntersuchungen, wobei ich mich meist der Plattenmethode bediente, und so weit als thunlich von allen angetroffenen Spaltpilzen Reinculturen anlegte, bin ich den lichtentwickelnden Stäbchen resp. anderen lichtentwickelnden Spaltpilzen nicht wieder begegnet. Es rührt dies wahrscheinlich daher, dass die lichtentwickelnden Stäbchen, wie dies ja auch aus zahlreichen mit Seewasser angestellten Culturversuchen hervorging, im gewöhnlichen Seewasser sich nicht vermehren, erst wenn demselben gewisse animalische Nährstoffe zugeführt wurden, fand eine Vermehrung der Stäbchen statt. Viele Beobachter, welche es sich zur Aufgabe gemacht haben, die Ursache des Meerleuchtens zu ermitteln, geben an, dass sie bei der genauesten Untersuchung des leuchtenden Wassers nichts weiter gefunden haben, als eine schleimige organische Masse und vermuthen dieselben daher, dass die Lichtentwicklung von dieser ausgehe. Wir werden nicht irre gehen, wenn wir annehmen, dass gerade diese von früheren Beobachtern wiederholt an der Oberfläche des leuchtenden Meeres beobachtete und beschriebene schleimige Masse es ist, welche eine rasche Vermehrung der lichtentwickelnden Spaltpilze ermöglicht.

In dem oben angeführten Falle von milky sea war die erwähnte massenhafte Anhäufung der Quallen an der Meeresoberfläche vielleicht nicht ohne Bedeutung für das Meerleuchten, indem sie möglicherweise die für die Vermehrung der Stäbchen im Seewasser nöthige organische Materie lieferten.

Dass die erwähnten Erscheinungen des Meerleuchtens gerade in der Nähe des Landes häufiger beobachtet werden, hängt vielleicht damit zusammen, dass gerade dort eine Anhäufung organischer Massen leichter vorkommt. Die oben besprochene Abhängigkeit der Lebens- und Wachsthumsvorgänge der lichtentwickelnden Stäbchen hat auch für das Meerleuchten Geltung, welches ja, in unseren Gewässern wenigstens, nur zu gewissen Jahreszeiten — im Kieler Hafen z. B., wie erwähnt, regelmässig erst im Spätsommer bez. Herbst — angetroffen wird. Wie wir von Pflüger in seiner ersten Arbeit erfahren, hat Artand ermittelt, dass leuchtendes Meerwasser bei 35° am stärksten leuchtete, dass dagegen bei 43° das Leuchten erlosch. Die lichtentwickelnden Stäbchen verhielten sich bei den oben mitgetheilten Versuchen den erwähnten Temperaturen gegenüber ganz ähnlich.

Dass nicht alle Erscheinungen des Meerleuchtens auf lichtentwickelnde Spaltpilze zurückzuführen sind, brauche ich wohl kaum besonders zu betonen, da ja nachgewiesenermaassen zahlreiche Arten von leuchtenden Thieren im Meere vorkommen, die ebenfalls ein Leuchten des Meerwassers zu Stande bringen. Ob manche derselben erst den auf ihrer

Oberfläche bez. in ihrem Innern schmarotzenden leuchtenden Spaltpilzen ihr Licht verdanken, eine Vermuthung, die bereits Lassar[1] ausgesprochen hat, das müssen erst weitere Untersuchungen lehren. Die von mir angestellten erfolglosen Versuche, die lichtentwickelnden Stäbchen an der Oberfläche lebender Thiere zu züchten, sprechen zunächst dagegen. Das von Thieren ausgehende Leuchten tritt mehr in Gestalt leuchtender Punkte, Funken, ja selbst mehr oder minder grosser Kugeln auf. Zweifellos kann durch massenhafte Anhäufung solcher leuchtender Thiere im Meerwasser auch ein Leuchten der Meeresoberfläche erzeugt werden, dasselbe ist aber nie ein so gleichmässig auf die ganze Masse des Wassers vertheiltes, wie wir es an dem durch Verpflanzung der lichtentwickelnden Stäbchen künstlich leuchtend gemachtem Seewasser, sowie bei den oben beschriebenen Arten des Meerleuchtens kennen gelernt haben.

Nachtrag.

Während des Druckes der vorstehenden Abhandlung bot sich mir Gelegenheit, eine Anzahl selbstleuchtender Seefische zu untersuchen. Zunächst erhielt ich aus dem Berliner Aquarium etwas Leuchtmasse von einem von selbst leuchtend gewordenen Dorsch. Zufällig war daselbst bemerkt worden, dass die Ueberreste der zum Füttern verwandten Seefische nach einiger Zeit zu leuchten anfingen. Es ist dieses keineswegs etwas Ungewöhnliches, denn, wie mir erfahrene Fischhändler aus dem Binnenlande mittheilten, werden frische Seefische, besonders grüne Häringe, sowie Dorsche, wenn sie eine Zeit lang liegen, fast regelmässig leuchtend. Auch ist oben (S. 66) bereits erwähnt, dass Pflüger das Material zu seinen Untersuchungen über die Phosphorescenz der Fische dadurch gewann, dass er gewisse Seefische an einem kühlen Orte aufbewahrte, worauf im Laufe von ein bis zwei Tagen das Leuchten auftrat. Eine Seesalzlösung, deren sich Pflüger bei diesen Versuchen bediente, ist nach meiner Erfahrung nicht erforderlich, man muss nur Sorge tragen, dass die Oberfläche der Fische, welche leuchtend werden sollen, nicht zu stark eintrocknet. Um mir leuchtende Seefische zu verschaffen, verfuhr ich einfach in der Weise, dass ich den Fisch auf einen Teller legte und, nachdem er durch einen zweiten Teller bedeckt war, bei einer Temperatur von ca. 15 ° C aufbewahrte. An sämmtlichen in dieser Weise behandelten, frischen Seefischen, vier Häringen, sechs Dorschen und zwei Flundern

[1] A. a. O. S. 105.

wurde innerhalb 24 Stunden der Eintritt des Leuchtens beobachtet. Die Fische waren in der Zeit von Mitte bis Ende Januar d. J., mithin zum Theil bei einer Aussentemperatur von mehreren Graden unter Null auf dem Fischmarkt in Kiel bezw. in den benachbarten Fischerdörfern Ellerbeck und Laboe und zwar einzeln von möglichst verschiedenen Händlern bezw. Fischern angekauft. Selbstverständlich wurde darauf geachtet, dass nicht etwa im Laboratorium bezw. auf dem Transport dahin eine Infection der Fische mit leuchtenden Bacterien erfolgen konnte. Die früheste Zeit des Eintritts des Leuchtens betrug bei einem frischgefangenen und sofort getödteten Dorsch sechs Stunden. Das Leuchten ging gewöhnlich von mehreren, manchmal von zahlreichen Stellen der Fischoberfläche gleichzeitig aus, es war meist am zweiten Tage am intensivsten und über den grössten Theil der Fischoberfläche verbreitet, und nahm vom dritten Tage an mit der regelmässig eintretenden Fäulniss an Intensität und Ausbreitung rasch ab. An einem zwölf Stunden lang am Leben erhaltenen Dorsch konnte Leuchten nicht wahrgenommen werden, dasselbe zeigte sich in diesem Fall erst 16 Stunden nach dem Absterben.

Die mittelst der Plattenmethode ausgeführte Untersuchung ergab bei sämmtlichen von selbst leuchtend gewordenen Fischen sowie auch bei dem aus dem Berliner Aquarium stammenden Leuchtmaterial als Ursache des Leuchtens einen und denselben Mikroorganismus, der von dem oben beschriebenen, in Westindien im Meerwasser gefundenen verschieden ist, dagegen, wie dies aus dem Nachstehenden ersichtlich ist, mit dem zuerst von Pflüger gefundenen sowie später von Lassar und Ludwig beschriebenen soviel Uebereinstimmung zeigt, dass ich ihn damit für identisch halten möchte.

Die typische Form bilden kurze, dicke, an den Enden abgerundete Stäbchen, beträchtlich kürzer, oft nur halb so lang als die oben beschriebenen, westindischen Leuchtbacillen, dagegen etwa doppelt so dick als die letzteren. Der Längendurchmesser übertrifft bei diesen Stäbchen den Breitendurchmesser nur wenig, so dass man versucht sein kann, sie für Mikrokokken anzusprechen. Eigenbewegung besitzen dieselben nicht. Oft sieht man sie in Theilung begriffen bez. zu zweien zusammenhängend. Meist sind sie in einer Zoogloeamasse eingebettet. Fadenbildung kommt nur selten vor. Mit Anilinfarben färben sie sich leicht. Nach Gestalt und Anordnung stehen die geschilderten Organismen dem Bacillus prodigiosus am Nächsten.

Auf Nährgelatine wachsen sie, ohne eine Verflüssigung derselben zu bewirken. In Plattenculturen präsentiren sich die Colonieen als grauweisse Tröpfchen, die bei schwacher Vergrösserung eine rundliche Gestalt sowie ein granulirtes Aussehen darbieten. Die jungen Colonieen sind blassgrau,

die älteren zeigen eine schmutzigbraune Färbung und eine concentrische Zeichnung.

Stichculturen lassen ein besonders lebhaftes Wachsthum an der Gelatineoberfläche erkennen. Während das Wachsthum im Innern der Gelatine nur langsam vor sich geht, breitet sich die Cultur an der Oberfläche in Gestalt einer grauweissen, dünnen Auflagerung verhältnissmässig rasch aus.

Rohe und gekochte See- und Süsswasserfische bilden einen günstigen Nährboden für diese leuchtenden Bacterien, auch wachsen sie auf gekochtem und rohem Rind-, Hammel- und Schweinefleisch, dagegen ist mir bis jetzt ihre Cultur auf gekochten Kartoffeln, auf Reisbrei, in Urin, Milch sowie in sauerer und alkalischer, ohne Kochsalzzusatz hergestellter Bouillon bei mehreren Versuchen nicht gelungen.

Aehnlich wie bei den westindischen Leuchtbacillen findet ein kräftiges Wachsthum dieser leuchtenden Bacterien nur bei ungehindertem Zutritt der atmosphärischen Luft sowie bei einem nicht zu geringen Feuchtigkeitsgehalte des Nährbodens statt, dagegen wachsen sie schon bei einer niedrigeren Temperatur als die westindischen, denn, wie erwähnt, wurde auf den Fischen schon bei einer Temperatur von 15° C. kräftiges Wachsthum beobachtet, und war nach der Verimpfung auf einen sterilisirten Häring auch bei 10° C. das Wachsthum noch leidlich.

Ob diesen leuchtenden Bacterien pathogene Eigenschaften zukommen, darüber habe ich Versuche bisher noch nicht anstellen können.

Das Leuchten der Culturen verhält sich ähnlich wie bei den westindischen Leuchtbacillen, indess ist das Licht durch eine grünliche Farbe ausgezeichnet und scheint dasselbe nach den bisherigen Versuchen das der westindischen an Intensität zu übertreffen. Auch hier beruht das Leuchten wahrscheinlich auf einem Oxydationsvorgang, indess ist dasselbe nicht in so hohem Maasse von dem Zutritt der atmosphärischen Luft abhängig, wie bei den westindischen Leuchtbacillen.

Während bei den Gelatineculturen der letzteren immer nur die oberflächlichsten, mit der Luft in unmittelbarer Berührung stehenden Abschnitte leuchten, habe ich an Stichculturen dieser Leuchtorganismen nicht nur die Ausbreitung an der Oberfläche, sondern auch das im Innern der Gelatine vom Impfstich aus Gewachsene, in einem Falle bis 3 cm von der Gelatineoberfläche entfernt leuchten, sehen. Wurde von einer Reincultur dieser leuchtenden Bacterien etwas in der flüssigen Gelatine eines Reagensgläschens vertheilt, und die Gelatine hierauf zum Erstarren gebracht, so leuchteten nach einigen Tagen nicht nur die oberflächlich gelegenen Colonieen, sondern auch von den im Innern der Gelatine gewachsenen, die bis zu 1 cm von der Oberfläche entfernten.

Während die Culturen der westindischen Bacillen bei einer Temperatur von 25 bis 30° C. am schönsten leuchten, wird bei diesen Organismen das Optimum des Leuchtens schon bei einer Temperatur von 15 bis 24° C. beobachtet. Eine Temperatur von 25° C. hat hier schon ein Schwächerwerden des Leuchtens, die längere Einwirkung einer solchen von 32° C. sogar ein Erlöschen desselben zur Folge.

Eine Temperatur von 10° C. verringert ebenfalls die Intensität des Leuchtens, der Kälte gegenüber verhält sich das Leuchten dieser Bacterien ebenso wie dies oben bei den westindischen beschrieben ist.

In ganz ähnlicher Weise wie unter Verwendung der westindischen Leuchtbacillen lässt sich das Meerwasser durch Einbringen von Culturaufschwemmungen dieser Bacterien leuchtend machen. Ausser dem Meerwasser kann man aber auch gewisse Salzlösungen durch Verpflanzung dieser leuchtenden Bacterien leicht leuchtend machen, wie z. B. 3 procentige Lösungen von Kochsalz und Bittersalz, 1 procentige Lösungen von Chlormagnesium und nicht zu concentrirte Natriumbicarbonicumlösungen. Bei mehreren vergleichenden Versuchen zeigte eine 3 procentige Kochsalzlösung sogar ein intensiveres und länger andauerndes Leuchten als das im Kieler Hafen geschöpfte Seewasser.

Nach dem von mir regelmässig beobachteten Vorkommen der leuchtenden Bacterien auf den in der Kieler Bucht gefangenen Fischen ist anzunehmen, dass sich dieselben auch im Seewasser finden, indess ist es mir bisher noch nicht gelungen, dieselben in dem Seewasser der Kieler Bucht nachzuweisen.

Entgegnung auf Hrn. Dr. A. Pfeiffer's Aufsatz:

Die Beziehungen der Bodencapillarität zum Transport von Bacterien.

Von

Dr. J. Soyka,

a. o. Professor der Hygiene an der deutschen Universität in Prag.

In der im Titel namhaft gemachten Arbeit sucht Hr. Dr. A. Pfeiffer meine in der *Prager medicinischen Wochenschrift* Nr. 28 bis 31 1885 veröffentlichten Experimente: „Zur Theorie der Grundwasserschwankungen" und die daran geknüpften Schlussfolgerungen zu widerlegen. Er glaubt, durch das von ihm erzielte Resultat berechtigt zu sein zu dem Ausspruch: 1. Dass die Soyka'schen Röhrenversuche fehlerhaft sind, und dass der Fehler wahrscheinlich in der „Enge der zu den Versuchen verwandten Röhren liegt", 2. „dass in Röhren, welche einen so weiten Durchmesser „haben, dass die Wirkung der Röhrenwand auf die Capillar-Attraction „auf ein Minimum reducirt ist, der Capillarstrom nicht im Stande ist, „Bacterien nur 4 cm hoch zu heben."

In Nachfolgendem sollen diese Behauptungen des Hrn. Dr. A. Pfeiffer nach zwei Richtungen hin als unberechtigt und unbegründet nachgewiesen und soll dargethan werden, dass ich mit gutem Rechte auf der vollen Gültigkeit meiner in den Jahren 1883/85 angestellten Versuche und deren Resultate beharren muss. Und zwar soll auf dem Wege der Kritik gezeigt werden, dass die Voraussetzungen, von denen Hr. Dr. A. Pfeiffer ausging, unrichtige waren; dass seine Versuchsanordnungen derartige Bedingungen schufen, dass er nur durch den grössten Zufall zu einem Resultate gelangen konnte, durch welches er schliesslich die von mir erhaltenen Resultate selbst bestätigen musste. Zweitens soll durch neue zur Widerlegung von mir ausgeführte Experimente die Richtigkeit meiner früheren Behauptungen neuerdings erhärtet werden.

---

[1] *Diese Zeitschrift.* Erster Band. S. 394.

I. Kritischer Theil.

1. Hr. Dr. A. Pfeiffer bemängelt zunächst die Enge meiner Glasröhren und schreibt dieser Enge das positive Resultat meiner Versuche zu; abgesehen davon, dass in diesem Falle doch auch die Capillarwirkung mitgespielt hätte, geht aber aus den eigenen Versuchen des Hrn. Dr. A. Pfeiffer selbst hervor, dass die Wirkung der Capillarität der Glaswandung keineswegs an dem Erfolge meiner Versuche betheiligt gewesen sein konnte. Auf Seite 399 Zeile 3 von unten und ff. schreibt Hr. Dr. A. Pfeiffer, dass er „die Versuche mit den Glasperlen deshalb nicht aufgenommen habe, weil die Perlen die Versuchsflüssigkeit nie höher als höchstens $1^1/_2$ cm über den Stand derselben im äusseren Gefässe zu heben vermochten, auch wenn statt der ca. 5 cm weiten Gefässe Reagircylinder von $1^1/_2$ cm Durchmesser genommen wurden.“ Wenn also in den Versuchen des Hrn. Dr. A. Pfeiffer die Glaswand und die Glasperlen die Versuchsflüssigkeit nicht einmal höher als $1^1/_2$ cm tragen konnten, warum sollte in meinem Falle das günstige Resultat der Hebung bis über 20 cm bei Anwendung von künstlichem Boden nur der „Capillarität der Glaswandung“ zuzuschreiben sein?

Die Glassorten pflegen doch nicht physikalisch so verschiedenartig zu sein, dass in dem einen Falle die Capillaritätswirkung sich auf 20 cm, in dem anderen Falle nur auf $1^1/_2$ cm erstrecken sollte.

2. Die Annahme des Hrn. Dr. A. Pfeiffer, der positive Versuch 1 der Tabelle II sei nicht auf Capillaritätswirkung zurückzuführen, ist vollständig unverständlich. Die Flüssigkeit ist doch durch die Röhre nach oben gelangt und kann dies nur durch Capillaritätswirkung erfolgt sein. Mit dieser Flüssigkeit sind aber die Pilze oben erschienen. Das besonders rapide Aufsteigen gelangt wohl an der Glaswand allein zur Beobachtung. Hr. Dr. A. Pfeiffer führt aber keine Beweise an, dass dies nicht auch im Bodeninnern geschieht, wohin man allerdings nicht direct sehen kann.

Hr. Dr. A. Pfeiffer nimmt an, dass die grössere Durchlässigkeit und dementsprechend die geringere Oberfläche für ein Absetzen hieran die Schuld trägt; dann hätte er folgern müssen, dass der Pilztransport um so leichter erfolge, je weiter die Capillarräume sind (was allerdings nicht plausibel ist). Aber diesen Versuch nicht anerkennen, weil er der einzige positive gewesen, ist willkürlich, und entspricht nicht dem allgemeinen Gesetze, dass ein positives Resultat viele negative Resultate aufhebt.

3. Ein weiterer Einwand bezieht sich auf meine Versuchsanordnung, die angeblich die natürlichen Verhältnisse nicht genügend berück-

sichtigt; ich werde diesen Punct im experimentellen Theile erledigen; hier will ich umgekehrt untersuchen, wie sehr die Versuchsanordnung des Hrn. Dr. A. Pfeiffer den natürlichen Verhältnissen angepasst war, und da muss ich denn Folgendes bemerken:

a) Hr. Dr. A. Pfeiffer hat vor Allem zum Theil ein Material gewählt, das zur Entscheidung dieser Frage ungeeignet erscheint.

α) In der Mehrzahl der Fälle nimmt er Gartenerde, ein Gemisch aus Sand, Thon, Quarzstückchen und gebrannten Thonziegelsteinen, es ist zwar nicht gesagt, in welchem Procentverhältniss der Thon und die gebrannten Thonziegelsteine waren, jedenfalls genügt ihre Anwesenheit, um Hrn. Dr. A. Pfeiffer mit dem Einwand zu begegnen, dass er ein Material gewählt, das er mit Rücksicht auf den epidemiologischen Hintergrund dieser Frage nicht hätte wählen dürfen, aber auch nicht mit Rücksicht auf die Capillarität (vgl. weiter unten). Es hätte der Streitfrage viel besser entsprochen, wenn er durch diese seine Versuche es unternommen hätte, die angenommene Immunität des „Lehmbodens" zu stützen.

β) Auch der Rheinsand, von dem mitgetheilt wird, dass er von sehr wechselnder Korngrösse gewesen, welche bis zu 5 bis 6 mm ging, eignete sich wenig zur Entscheidung von principiellen Streitfragen über Capillarität, da durch die grossen Körner, die naturgemäss auch grosse Hohlräume zur Folge haben, mitunter der capillare Weg vollständig unterbrochen werden kann. Trotzdem hat Herr Dr. A. Pfeiffer gerade mit diesem Material Erfolg gehabt (Tabelle II, Versuch I) und also nachgewiesen, dass es genügende Capillarwirkung für den Transport der Pilze ausübt.

γ) Von dem pulverisierten Glase sind die Dimensionen nicht angegeben, ich warne vor der Anwendung desselben, da es kein indifferentes Medium ist, denn es hat eine starke, fast unvertilgbare alkalische Reaction.

b) Sodann hat aber Herr Dr. A. Pfeiffer eine Versuchsanordnung gewählt, die gewiss den natürlichen Verhältnissen nicht entspricht, die aber nicht glücklicher und vorbedachter hätte ausgewählt werden können, wenn es sich um das gegentheilige Experiment, Verhinderung des Aufsteigens der Pilze, hätte handeln sollen.

Der cardinale Fehler, der eine vollständige Ignorirung hydrodynamischer Gesetze bekundet, liegt in Folgendem:

Herr Dr. A. Pfeiffer wählte ca. 15 cm hohe und 5 cm weite Standgläser. „In den Boden derselben wurde mit Hülfe einer dreikantig zugeschliffenen gut gehärteten Stahlfeile unter beständiger Benetzung mit einer Lösung von Campher und Terpentin ein Bohrloch gemacht, welches, bei etwa

$1\,^1/_2$ mm Durchmesser, der Flüssigkeit, in welche man das Glas auf den Boden einsenkte, schnellen und ungehinderten Durchgang gestattete.“ Und weiter S. 400. „Ich verwandte hierzu Reagenscylinder von $1\,^1/_2$ cm lichter Weite, versah dieselben an ihrem Boden, und zwar etwas nach der Seite zu mit einem Bohrloch.“ Der Durchmesser dieses Bohrloches ist leider nicht angegeben.

α) Während ich nun in meiner Versuchsanordnung ein „Glasrohr“, also ein oben und unten offenes Gefäss anwende (es wurde unten, um das Herausfallen der Bodenkörner zu verhindern, entweder mit einem lockeren Drahtnetz oder mit Glaswolle verschlossen) und dieses Glasrohr direct in die Flüssigkeit tauche, also die Flüssigkeit ohne jede Querschnittsveränderung eintreten lasse, wählt Hr. Dr. A. Pfeiffer bei seinen Versuchen eine Eintrittsöffnung, deren Durchmesser *(d)* sich zu dem Durchmesser *(D)* des ganzen Gefässes wie $1\,^1/_2$ mm zu 50 mm verhält, und deren Querschnitt $\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$ sich zu dem Querschnitte des Gefässes bez. der Bodensäule $\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$ wie 1,7671 zu 1963·5 mm² verhält oder wie 1 : 1111. Hr. Dr. A. Pfeiffer verengt also den Querschnitt, durch den die Flüssigkeit eintreten soll, bloss um das **eintausend einhundertelffache**, setzt aber als selbstverständlich voraus, dass dieses Bohrloch bei diesem Durchmesser der Flüssigkeit schnellen und ungehinderten Eingang gestattet, setzt ferner als selbstverständlich voraus, dass diese Versuchsanordnung den natürlichen Verhältnissen besser entspreche als die meine und setzt trotzdem immer noch voraus, dass diese Versuche mit den meinen in Parallele gesetzt, letztere durch sie widerlegt werden können.

β) Hr. Dr. A. Pfeiffer hätte auf die grosse Bedeutung dieses Versuchsfehlers bei einiger Aufmerksamkeit geleitet werden können, wenn er die Schnelligkeit bezw. die Langsamkeit, mit der die Flüssigkeit aufstieg in Betracht gezogen hätte. In Tabelle I Versuch 4 braucht die Flüssigkeit, um durch eine Schichte Rheinsand von 5 cm Höhe capillar aufzusteigen $1\,^1/_2$ Stunden, im Versuch 7 um eine Höhe von 10 cm zu erreichen 2 Stunden, in Versuch 8 um 5 cm zu erklimmen 1 Stunde. Das sind verhältnissmässig ausserordentlich lange Zeiträume.

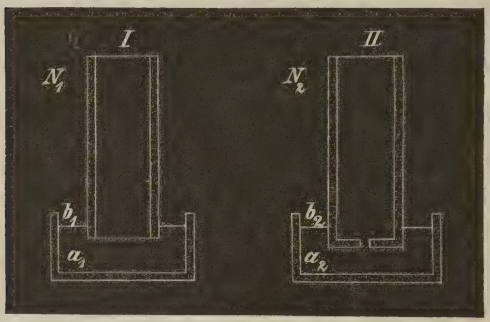
In einer Tabelle, die wir Liebenberg verdanken, und die sich in meinem „Boden“ [1] abgedruckt findet, ist unter 22 natürlichen Bodenarten nur eine vorhanden, (**Thon**) (vgl. oben das Versuchsmaterial des Hrn. Dr. A. Pfeiffer) wo die Flüssigkeit innerhalb einer Stunde nicht die

[1] Soyka, Der Boden. *Handbuch der Hygiene und Gewerbekrankheiten.* Th. I. Abth. II. S. 92.

Höhe von 5 cm erreicht hatte, ja nach Ablauf von $1^1/_2$ Stunden ist die Flüssigkeit in grobem Tertiärsand 23 cm, in feinem Dulivialsand 31 cm, in feinem Tertiärsand 30 bis 31 cm, in grobem Diluvialsand 17·5 cm gehoben, und von sämmtlichen 22 Bodenarten sind es nur drei, bei denen das Wasser 10 cm nicht erreicht hat (Röthboden mit 9 cm, Porphyrcongl. 8 cm, Thon 0·6 cm.

γ) Es ist sehr lehrreich, sich eine quantitative Vorstellung darüber zu machen, in welcher Weise durch die Versuchsanordnung des Hrn. Dr. A. Pfeifer das Aufsteigen der Flüssigkeit und der Transport von Pilzen verzögert wurde: folgende Erwägung wird uns zum Ziele führen.

Die beistehend gezeichneten Glascylinder *I* und *II*, die die Versuchsgefässe repräsentiren sollen, seien vollständig gleich; sie seien gleich hoch, gleich weit und mit demselben Material gefüllt. Beide tauchen in ein weiteres Gefäss (a_1 und a_2) und in diesem möge eine mit Bacterien in gleicher Weise erfüllte Flüssigkeit 1 cm über der Bodenfläche der engeren Gefässe (b_1 und b_2) stehen. Wir fassen den Zeitpunkt ins Auge, wo die Flüssigkeit das Niveau (N_1 bezw. N_2) bereits erreicht hat; der Zustand wird dann als ein stationärer zu betrachten sein. Offenbar sind dann diejenigen Kräfte, welche die Flüssigkeit durch die Bodenöffnung in *II* treiben, genau gleich jenen Kräften, welche in der Bodenfläche des Cylinders *I* wirken, was zur Folge hat, dass die Flüssigkeit sowohl in *I* wie in *II* den Boden bezw. die Bodenöffnung mit derselben Geschwindigkeit v passirt. Die Flüssigkeitsmenge, welche in der Zeit Eins aus dem äusseren Gefäss in das engere Gefäss, also in das zu untersuchende Material eindringt, wird in dem Falle *I* gleich $Q\varrho v$, in dem Falle *II* gleich $q\varrho v$ sein, wo ϱ die Dichtigkeit, Q den Querschnitt des cylindrischen Gefässes in *I* und *II* und q die Fläche der Bodenöffnung in *II* bedeuten. Die Flüssigkeitsschichte, welche jetzt im Falle *I* mit der Bodenfläche zusammenfällt, wird nach einer Zeit T_1 bis zum Niveau N_1 gelangen, und während dieser Zeit wird durch die Bodenfläche die Flüssigkeitsschichte $Q\varrho vT_1$ eingetreten sein, d. h. jene Menge, welche gerade das engere Gefäss *(I)* anfüllt.



Die Flüssigkeitsschichte, welche jetzt in II mit der Bodenfläche zusammenfällt, wird mit dem Niveau N_2 nach einer andern Zeit, nämlich nach der Zeit T_2 zusammenfallen, und während dieser Zeit geht durch die Bodenöffnung die Flüssigkeitsmenge $q\varrho vT_2$ hindurch, d. i. ebenfalls

jene Menge, welche das Gefäss ganz ausfüllt. Diese Menge ist aber gleich der das Gefäss I ausfüllenden Menge, weil ja beide Gefässe als gleich vorausgesetzt werden. Es ist demnach

$$Qv\varrho T_1 = qv\varrho T_2,$$

oder

$$QT_1 = qT_2.$$

Q und q sind Kreisflächen. Bezeichnen wir ihre Durchmesser mit d_1 und d_2, so ist

$$Q = \frac{\pi}{4} d_1^2, \qquad q = \frac{\pi}{4} d_2^2,$$

also

$$\frac{\pi}{4} d_1^2 T_1 = \frac{\pi}{4} d_2^2 T_2,$$

oder

$$d_1^2 T_1 = d_2^2 T_2,$$

oder

$$T_1 : T_2 = d_2^2 : d_1^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A),$$

d. h. die Zeiträume, innerhalb welcher die Flüssigkeiten die Oberfläche erreichen, verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser der Eintrittsöffnungen, setzen wir nun die wahren Werthe hierfür ein $d_1 = 50\,^{mm}$, $d_2 = \frac{3}{2}\,^{mm}$, so erhalten wir

$$T_1 : T_2 = \tfrac{9}{4} : 2500,$$

oder

$$T_1 : T_2 = 1 : 1111,$$

d. h.: Die Flüssigkeit braucht bei der Versuchsanordnung des Herrn Dr. A. Pfeiffer eintausendeinhundertelfmal so lang, um eine gewisse Höhe zu erreichen, als bei freier Communication. Das ist denn doch eine kleine Behinderung des Flüssigkeitseintrittes.

δ) Herr Dr. A. Pfeiffer legt auch Gewicht darauf, dass die Organismen beim Aufsteigen sich absetzen können, ja er führt sogar das einzige positive Resultat seines Versuches (Tabelle II, Nr. 1) auf ein solches mangelhaftes Absitzen zurück. Wir wollen auch hier nachrechnen, um wie viel das Absitzen durch die jeweilige Versuchsanordnung beeinflusst wird.

Die eindringende Flüssigkeit sei mit Bacterien erfüllt und zwar in beiden Fällen in gleicher Weise. Während des oben besprochenen Processes des capillaren Aufsteigens werden sich Bacterien ablagern. Die Menge von Bacterien, welche sich in der Bodenschichte — dieselbe möge die Höhe dh haben — befindet, sei mit B bezeichnet. Sie ist die gleiche in beiden Fällen. Während nun diese Schichte nach oben wandert, wird B immer kleiner. Ist zu einer gewissen Zeit t der Bacteriengehalt b, dann wird er in der darauf folgenden Zeit dt zufolge der fortdauernden Ablagerung kleiner werden und zwar $b - db$. Die Ablagerung ist proportional der Zeit dt und dem Bacteriengehalt b, also gleich

$$pbdt,$$

wo p einen Proportionalitätsfactor bezeichnet. Es ergiebt sich demnach die Gleichung:

$$-db = bp\,dt,$$

woraus

$$\log \text{nat}\, b = -pt + \text{const.}$$

hervorgeht. Zur Zeit $t = 0$ ist $b = B$, daher

$$\log \text{nat}\, b = -pt + \log \text{nat}\, B \quad \ldots\ldots\ldots \text{(B)}.$$

Im Falle I möge der Bacteriengehalt der austretenden Schichte B_1 sein. Da $b = B_1$ die Zeit $t = T_1$ entspricht, so wird aus der letzten Gleichung

$$\log \text{nat}\, B_1 = -pT_1 + \log \text{nat}\, B,$$

oder

$$B_1 = Be^{-pT_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(C)}$$

($e = 2{\cdot}71828$).

Ist der Bacteriengehalt der im Falle II austretenden Schichte B_2, dann besteht, weil $b = B_2$ die Zeit $t = T_2$ entspricht, die Beziehung

$$\log \text{nat}\, B_2 = -pT_2 + \log \text{nat}\, B,$$

oder

$$B_2 = Be^{-pT_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(D)}.$$

Nehmen wir z. B. an, dass in den Versuchen bei freier, unverengter Communication 90 % der Bacterien sich absetzen, gewiss eine hohe Zahl, so ist

$$\frac{B_1}{B} = \frac{1}{10},$$

d. h. es tritt nur der zehnte Theil der unten eintretenden Bacterien oben aus, dann wird zufolge der Gleichung C)

$$-pT_1 = \log \text{nat}\, \frac{1}{10},$$

oder

$$pT_1 = \log \text{nat}\, 10 = 2{\cdot}30258,$$

also

$$p = \frac{2{\cdot}30258}{T_1},$$

Setzen wir das in die Gleichung D) ein, so erhalten wir

$$\frac{B_2}{B} = e^{-2{\cdot}30258 \cdot \frac{T_2}{T_1}}.$$

Nun ist aber zufolge der Gleichung A)

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{{d_1}^2}{{d_2}^2},$$

daher

$$\frac{B_2}{B} = e^{-2{\cdot}30258 \cdot \frac{{d_1}^2}{{d_2}^2}}.$$

Der Durchmesser d_1 sei nun $1{\cdot}5$ cm oder 15 mm wie bei den engen Röhren und der Durchmesser d_2 gleich $1{\cdot}5$ mm. Alsdann ist

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{15}{1{\cdot}5} = 10 \text{ und } \frac{{d_1}^2}{{d_2}^2} = 100,$$

daher $\frac{B_2}{B} = e^{-230{\cdot}258} = \frac{1}{(e^{+2{\cdot}30258})^{100}}$,

oder $\frac{B_2}{B} = \frac{1}{10^{100}} = \left(\frac{1}{10}\right)^{100} = 0{\cdot}1^{100}$. Das bedeutet:

Während in dem Falle I, dem der ungehinderten Communication (meine Versuchsanordnung) von 100 Bacterien doch noch 10 austreten würden, würde im Falle II (Dr. A. Pfeiffer's Versuchsanordnung) erst von 10^{100} eindringenden Bacterien nur eine einzige austreten, oder in's Praktische übersetzt: **Es treten gar keine Bacterien aus.**[1] (Bei den Versuchen mit Röhren von 5 cm Durchmesser stellen sich diese Verhältnisse noch ungünstiger dar.)

Damit wäre allerdings das negative Resultat der Versuche des Herrn Dr. A. Pfeiffer erklärt und sogar mathematisch erhärtet, und in der That, bei dieser Versuchsanordnung sind „für die Fortbewegung von Bacterien mit diesem angeblich im Boden vorhandenen nach oben strebenden Capillarstrom wenig oder vielmehr gar keine Chancen vorhanden". S. 401.

ε) Aber die Natur selbst verbessert mitunter die Versuchsfehler des Experimentators, und so ging es auch in diesem Falle; die Flüssigkeit bewegt sich nicht immer so, wie es mathematisch berechnet wird, dazu sind die Verhältnisse in einem eingefüllten Boden zu wenig homogen, und so schildert uns auch Hr. Dr. A. Pfeiffer diese Unregelmässigkeiten, das rapide Aufsteigen meistens aber nur an irgend einer Stelle der Glaswand (das Innere war aber nicht sichtbar); nur diesen Unregelmässigkeiten hat er den einzigen positiven Erfolg seines Versuches zu verdanken. Er hat durch seine Versuchsanordnung das capillare Aufsteigen der Flüssigkeit ausserordentlich behindert, und nur in dem einen Falle, wo sich der Strom plötzlich und rapid Bahn gebrochen, gelang ihm das Experiment, dessen Bedeutung er verkannt.

4. Hr. Dr. A. Pfeiffer richtet auch eine Frage an mich, welche Gründe mich bewogen haben, an diese Versuche zu gehen, da ja doch der Boden auch nach meiner Darstellung eine filtrirende Eigenschaft gegenüber Flüssigkeit besitzt. Ich will diese Gründe heute angeben, wenn ich auch erkenne, dass sie den physikalischen Grundsätzen des Hrn. Dr. A. Pfeiffer vollständig diametral entgegenstehen.

Hr. Dr. A. Pfeiffer sagt S. 401 Z. 8 v. u.: „Der ganze Vorgang des Aufsteigens" (damit ist das capillare Aufsteigen gemeint) „ist ja

[1] Ich verdanke diese Berechnung der Freundlichkeit meines Collegen Hrn. Dr. Tumlirz, Privatdocentender Physik an der deutschen Universität in Prag.

wohl nur als eine Filtration ohne Druck zu betrachten.“ Nun gerade, weil ich in dem capillaren Aufsteigen einen ganz anderen Vorgang als eine „Filtration **ohne Druck**“ sehe, gerade deshalb ging ich an diese Experimente. Wie denkt sich Hr. Dr. A. Pfeiffer den Vorgang, durch welchen auch in seinen Versuchen die Flüssigkeit 5, 10, ja sogar 100 cm hoch gehoben wird, mit vollständiger Ueberwindung der Schwerkraft? Wenn hat Hr. Dr. A. Pfeiffer eine Filtration von unten nach oben constatiren können, ohne dass hierbei eine Druckkraft in Anspruch genommen worden wäre. Wann das capillare Aufsteigen von Flüssigkeit durch eine Bodensäule eine Filtration ist, dann ist es eine Filtration unter sehr mächtigem Drucke; und eine Kraft, die eine Wassersäule durch die engsten Räume bei so ungeheurem Widerstand 1 m hoch heben kann, kann auch Bacterien transportiren.

Wir haben ja ausführliche Untersuchungen über die Gesetze dieser Capillarkräfte, über die sogenannten Capillaritätsconstanten, auf die hier einzugehen nicht am Platze ist, da jedes Lehrbuch der Physik hierüber Auskunft giebt, und die Vorstellung, das capillare Aufsteigen von Flüssigkeiten sei einer Filtration ohne Druck zu vergleichen, muss als eine durchaus irrige und unphysikalische hingestellt werden.

Diese Erwägungen sind gewiss hinreichend, um die von Hrn. Dr. A. Pfeiffer erhobenen Einwände als hinfällig erscheinen zu lassen.

5. Hr. Dr. A. Pfeiffer bemängelt auch die Schlussfolgerungen, die ich aus meinen Versuchen mit Rücksicht auf die Grundwassertheorie ziehe, ich habe in dieser Richtung die Frage weiter verfolgt; ein Theil meiner Untersuchungen darüber ist im „Boden“[1] veröffentlicht, ein weiterer Theil wird demnächst im *Archiv für Hygiene* zur Veröffentlichung gelangen. Ich verzichte aus diesem Grunde hier auf die Discussion dieser Frage. Hr. Dr. A. Pfeiffer konnte aber schon aus meiner von ihm bestrittenen Abhandlung erkennen, dass ich weniger auf die Pilze im Grundwasser, als auf die in den oberen Bodenschichten reflectirt habe.

II. Experimenteller Theil.

Es war mir zwar aus rein physikalischen Gründen und auch nach den Glasperlenversuchen von Hrn. Dr. A. Pfeiffer (vgl. oben S. 98) ganz unzweifelhaft, dass auch die Versuche in Röhren von $1^1/_2$ cm Durchmesser vollkommen beweiskräftig waren, dennoch glaubte ich aber, auch diesem Einwand begegnen zu müssen, um die Frage vollkommen ins Klare zu bringen.

---

[1] *Handbuch der Hygiene.* Th. I. Abth. II. S. 221 — 224, S. 300—312 und S. 317—319.

Ich will nun zunächst die Versuchsanordnung genau beschreiben. Aus Lampencylindern, deren lichter Durchmesser ziemlich genau 50 mm betrug, wurden 3 Arten von Röhren geschnitten.

a) Röhren von 7 cm Höhe, b) Röhren von 14 cm Höhe, c) Röhren von 23 cm Höhe. Diese Röhren wurden in durchbohrte grosse Korkscheiben gesteckt, so dass sie von einem Korkrande von $1^1/_2$ cm umgeben waren und auf diese Weise leicht auf den Rand von Glasgefässen aufgesetzt werden konnten.

Die Röhren wurden sodann an ihrem unteren Ende mittelst Glasfeilen an je zwei und zwei einander gegenüberliegenden Punkten mit Einkerbungen versehen, um einem Draht, der kreuzförmig an der unteren Oeffnung angebracht und am Korke befestigt wurde, den nöthigen Halt zu geben.

Dieser kreuzförmig befestigte Draht hatte die Aufgabe, eine dünne (ca. $^1/_2$ cm hohe) Schichte von Glaswolle zu stützen, auf die dann das Versuchsmaterial aufgeschüttet wurde.

Das Versuchsmaterial bestand in einem sorgfältig gereinigten weissen Quarzsand, wie er bei uns sich in der Natur als Anschwemmung im Moldaualluvium findet, dessen Korngrösse zwischen 0·34 bis 0·74 mm Durchmesser schwankte, der ein Porenvolum von 38·8 Procent besass, so dass bei voller Sättigung im Kilo Boden 223 cm³ Flüssigkeit vorhanden sein konnte, und dessen Capillarität natürlich eine bedeutende war. Die Flüssigkeit erreicht innerhalb einer Röhre von 50 mm Durchmesser die Höhe von

50 mm in 12 bis 80 Secunden,
120 mm in 7 bis 18 Minuten,
200 mm in $2^1/_2$ bis 8 Stunden.

Der Sand wurde bis 1 cm unter dem oberen Ende der Röhre eingefüllt und an der Aussenwand der letzteren noch ein Millimetermaassstab angebracht, so dass die Steighöhe sofort direct abgelesen werden konnte.

Nachdem nun dieser Quarzsand in die Glasröhren eingefüllt und etwas festgeschüttelt war, wurden die Röhren in etwas weitere Glasgefässe eingestellt, derart, dass der die Röhre umfassende Kork auf dem Rande der Glasgefässe aufsass, wobei die Höhe, in welcher der Kork die Röhre umfasste, derart bemessen war, dass beim Aufsitzen derselben auf dem Rande des Glasgefässes der untere Rand der Röhre 1 cm über dem Boden des Glasgefässes zu stehen kam, so dass eine vollkommen freie Communication stattfinden konnte.

Um ganz genaue Angaben zu machen, sei noch bemerkt:

Die weiteren Gefässe, in welche die Versuchsröhren eintauchten, hatten 69 mm Durchmesser. Für die Röhren *a* und *b* (7 und 14 cm Höhe)

wurden Gefässe von 41 mm Höhe genommen. Das unter dem Korke hervorragende Röhrenstück hatte eine Länge von 31 mm, so dass die Höhendifferenz zwischen unterem Röhrenrande und Gefässboden genau 1 cm betrug; für die Röhre *c* wurden behufs Herstellung grösserer Stabilität Gefässe von 115 mm Höhe bei gleichem Durchmesser gewählt. Das unter dem Kork hervorragende Röhrenstück hatte hier eine Länge von 105 mm, so dass abermals die Höhendifferenz zwischen unterem Röhrenrande und Gefässboden 1 cm betrug.

In den umhüllenden Kork wurde an einer Seite eine 1 cm im Durchmesser haltende Oeffnung gebohrt, welche es gestatte, mittelst einer Pipette u. s. w. Flüssigkeit in das untere Gefäss einzuführen, ohne dass die eintauchende Röhre hatte gehoben werden müssen. Ueber die obere Röhrenöffnung wurde auch noch ein Becherglas gestülpt, um ein Auffallen von Verunreinigungen aus der Luft zu vermeiden.

Nach diesen Vorbereitungen wurden die Gefässe im Sterilisirungsofen durch 6 Stunden bei 150° erhitzt und sodann im erkalteten Zustande zu den Versuchen benützt.

Als Versuchsmaterial benutzte ich

1. Bacillen des Abdominaltyphus. 2. Bacillen des Milzbrandes. 3. Bacillen der Mäusesepticämie. 4. Den Micrococcus tetragenus. 5. Den Micrococcus prodigiosus. Die Wahl war deshalb so getroffen, weil durch das charakteristische Wachsthum der Organismen die Diagnose sehr erleichtert wurde.

1 bez. 2 Tage vorher wurde nun die nöthige Quantität Bouillon (je 300 cm^3) mit dem betreffenden Pilze frisch inficirt, so dass eine pilzreiche Flüssigkeit mit frischen lebenskräftigen Organismen zur Verfügung stand.

Nun wurde durch die Oeffnung im Korke in das untere Gefäss die pilzhaltige Flüssigkeit eingegossen, bis zu einem Niveau, welches den unteren Rand der Glasröhre um 1 cm überragte, und welches durch Nachfliessenlassen constant erhalten wurde.

Der Ablauf des Versuches gestaltete sich verschieden, je nach der Länge der Röhren, der Grösse der capillaren Hohlräume, der Dichtigkeit der Lagerung u. s. w., wohl aber auch je nach der Beschaffenheit des Bacterienmateriales. Es kommt auf die Beschaffenheit an, die die Flüssigkeit durch den Pilz erhält; wird die Flüssigkeit schleimig, so ist das Aufsteigen ein viel langsameres, als wenn sie dünnflüssig bleibt.

Das Ansteigen erfolgt nun sehr rasch, aber nicht etwa bloss an der Glaswand, sondern auf dem ganzen Querschnitt; die eigenthümliche Farbenveränderung, die dunkle Verfärbung, die beim Benetzen von pulverförmigen Körpern eintritt, liess sofort erkennen, wann die Flüssigkeit vollständig aufgestiegen war; und da zeigte es sich in vielen, ja in den meisten

Fällen, dass die Flüssigkeit das obere Ende der Bodensäule nicht etwa am Rande, an der Glaswand, sondern fernab von ihr, oft fast genau in der Mitte zuerst erreichte und dort hindurchtrat.

Ja es stellte sich auch eine höchst interessante Beziehung zwischen capillarem Aufsteigen und Verdunstung heraus. In jenen Versuchen, in denen die Bodensäule eine grössere Höhe hatte 12 bis 20 cm machte sich an dem über das Glasrohr gestülpten Gefäss eine eigenthümliche Veränderung bemerkbar, bevor noch die Flüssigkeit vollständig aufgestiegen war. Das Gefäss beschlug sich nämlich an seiner inneren Fläche mit Wasserdampf, ein Beweis, wie innig Capillarität und Verdunstung mit einander verknüpft sind.

War nun die Flüssigkeit durchgetreten, so wurde genau aus der Mitte mittelst eigens hiezu angefertigter, sterilisirter Glaslöffel etwas von dem Quarzsand entnommen und in folgender Weise die Controle auf das Vorhandensein der Organismen geübt:

1. Eine Probe wurde in Bouillon eingeführt und in Brutofen (36° C.) gestellt.

2. Eine Probe wurde mit flüssigem Agar-Agar vermischt und auf Platten ausgegossen (als Platten dienten mir die in einer früheren Arbeit[1] beschriebenen Schälchen. Diese Platten wurden gleichfalls in den Brutofen (36°) gethan.

3. Eine Probe wurde mit Gelatine vermischt zu Platten ausgegossen und bei gewöhnlicher Temperatur untersucht.

Das Resultat war bei dem mit Bouillon angestellten Versuche schon nach 8 Stunden ersichtlich bei den Agar-Agarplatten in 10 bis 20 Stunden, bei den Gelatineplatten dauerte es entsprechend länger.

Es seien nun die Versuche hier nach der Röhrenlänge zusammengestellt. (Siehe S. 109).

Bei No. 4 und 5 wurde der Versuch erst am nächsten Morgen zu Ende geführt, so dass hier auch die Probe nicht sofort nach dem Durchtreten entnommen werden konnte.

Diese Versuche unterscheiden sich nun nicht nur in ihren durchwegs positiven Resultaten, sondern auch in ihrem Ablauf sehr wesentlich von den Versuchen des Hrn. Dr. A. Pfeiffer; um eine Höhe von ca. 50 mm zu erklimmen, brauchte die Flüssigkeit nur 12 bis 80 Secunden, sie bewegt sich mindestens 150 bis 900 Mal schneller als in den Versuchen des Hrn. Dr. A. Peiffer; nur in einem Versuche No. 1 der Tabelle II bewegt sie sich auch auch bei Hrn. Dr. A. Pfeiffer rascher, sie erreicht im Rheinsand die Höhe von 10 cm bereits in 15 Minuten und siehe da, es

[1] *Fortschritte der Medicin.* 1886. Maiheft.

Tabelle I. Höhe der Bodensäule ca. 50 mm.

Nr. des Versuchs	Bacterienart	Höhe der Bodensäule in Mm.	Bis zum vollständigen Durchdringen verstrichen	Die sofort nach dem Durchdringen entnommenen Proben ergaben:
1	Mäuseseptic.	40	26 Secunden	Massenhafte charakteristische Entwicklung bei allen drei Culturmethoden.
2	Milzbrand	47	80 „	
3	Micrococcus tetrag.	53	35 „	
4	Micrococcus prod.[1]	58	34 „	

Tabelle II. Höhe der Bodensäule ca. 120 mm.

1	Milzbrand	120	14½ Minuten	Massenhafte charakteristische Entwicklung bei allen drei Culturmethoden.
2	Typhus	120	18 „	
3	Mäuseseptic.	120	7½ „	
4	Micrococcus prod.[1]	127	15 „	
5	Micrococcus tetrag.	132	7 „	

Tabelle III. Höhe der Bodensäule ca. 210 mm.

1	Typhus	210	2½ Stunden	Massenhafte charakteristische Entwicklung bei allen drei Culturmethoden.
2	Mäuseseptic.	210	7 „	
3	Micrococcus prod.[1]	210	7 „	
4	Milzbrand	210	über 8 „	
5	Micrococcus tetrag.	210	„ 8 „	

ist der einzige Versuch, mit positiven, allerdings von Hrn. Dr. A. Pfeiffer verkannten bezw. irrig gedeuteten Resultate.

Es trat in den hier beschriebenen Versuchen, bei denen noch weitere Differenzirungen bezüglich der Korngrösse gemacht wurden, auch sehr deutlich der Einfluss dieser letzteren zu Tage, mit Rücksicht auf die Schnelligkeit des Wasserleitungsvermögens (vgl. „Boden“ Seite 91) wie ja das auch nicht anders zu erwarten ist, doch sei hierauf nicht weiter eingegangen, da die Streitfrage hier nur um das Princip betrifft, ob die im Boden vorhandenen capillaren Strömungen im Stande sind, Pilze in die Höhe zu führen, was ich hiermit neuerdings bewiesen zu haben glaube.

[1] Sehr schön und so recht als Vorlesungsexperiment geeignet gestalten sich die Versuche mit Micrococcus prodigiosus. Es bildet sich bei diesem Pilze nach 4 bis 5 Tagen ein schöner, roth gefärbter Rasen auf der Oberfläche des Bodens, der durch die nachträgliche Entwickelung der aufgestiegenen Pilze entsteht. Es ist in der That eine Vermehrung und Farbstoffproduction der Pilze zu constatiren, denn der Rasen bildet sich, auch wenn das untere Röhrenende nicht mehr in die Flüssigkeit eintaucht, die Bodensäule selbst zeigt keine Rothfärbung.

Ich muss nun den Schlüssen, die Hr. A. Pfeiffer aus seinen Versuchen gezogen, diejenigen gegenüber stellen, zu denen ich sowohl aus meinen als auch aus seinen Versuchen gelange:

Hrn. Dr. A. Pfeiffer's Schlüsse lauten:	Meine Schlüsse lauten:
1. Dass die Soyka'schen Röhrenversuche fehlerhaft sind, und dass der Fehler wahrscheinlich in der Enge der zu den Versuchen verwandten Röhren liegt.	1. Dass die Pfeiffer'schen Versuche fehlerhaft sind, und dass die Fehler mit mathematischer Sicherheit auf die durchaus unphysikalische Versuchsanordnung zurückzuführen sind.
2. Dass in Röhren, welche einen so weiten Durchmesser haben, dass die Wirkung der Röhrenwand auf die Capillarattraction auf ein Minimum reducirt ist, der Capillarstrom nicht im Stande ist, Bacterien nur 4 cm hoch zu heben.	2. Dass die Capillarattraction der Glaswand die Resultate meiner Versuche nicht im geringsten beeinflusst hat, und dass in einem Boden mit einer entsprechenden Capillarität der Hohlräume die Pilze jedenfalls über 20 cm hoch mit dem Capillarstrom transportirt werden können.
3. Dass meine (Dr. A. Pfeiffer's) Versuche eher geeignet sind, aus ihren negativen Resultaten einen Rückschluss auf die natürlichen Verhältnisse im Boden zu erlauben, als die Versuche Soyka's, wenn ein solcher Schluss überhaupt zulässig wäre.	3. Dass Hr. Dr. A. Pfeiffer erst neue Versuche mit Vermeidung seiner Versuchsfehler anzustellen verpflichtet ist, bevor er meine (Soyka's) Versuchsresultate und die daran geknüpften Schlussfolgerungen bekämpft.

Bacteriologische Studien über die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen.

Von

Dr. Beumer,
Privatdocenten für Hygiene in Greifswald,

und

Dr. Peiper,
Privatdocenten für interne Medicin in Greifswald.

Zweite Abhandlung.

In dem ersten Theile unserer Arbeit[1] glauben wir den Nachweis erbracht zu haben, dass eine erfolgreiche Uebertragung des Bac. typhosus auf Haus- wie Feldmäuse, Kaninchen wie Meerschweinchen weder durch die Injection in die Blutbahn noch durch eine solche in den Peritonialsack möglich ist. Es war uns weder gelungen eine Vermehrung der Bacillen im Körper der genannten Thiere hervorzurufen, noch auch ein Krankheitsbild zu erzeugen, welchem ein charakteristisches Gepräge durch seine anatomischen Erscheinungen eigen war.

Wenn wir in diesen Thatsachen eine Ermunterung für den weiteren Verfolg der Uebertragbarkeit der Typhusbacillen auf anderen Wegen, durch andere Infectionspforten nicht erblicken konnten, so mussten dennoch dieselben versucht werden. Einmal war dieses wünschenswerth, um auch durch diese veränderte Einverleibung des Bac. typhosus weitere Stützpunkte für unsere in der ersten Abhandlung wiedergegebenen Anschauungen zu gewinnen, andererseits war die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass durch die Benutzung der Importation auf anderen Wegen dennoch die erfolgreiche Uebertragung erreicht werden könne.

[1] *Diese Zeitschrift.* Erster Band.

Als aussichtslos musste uns da zunächst einer der experimentell vielfach benutzten Wege erscheinen, der Importation durch die Haut, die Injection ins Unterhautzellgewebe, aussichtslos nicht in der Beziehung, dass überhaupt keine Resultate erzielt werden konnten, wie dies bei den diesbezüglichen Versuchen E. Fränkels und Simmonds eingetreten war, sondern aussichtslos nur insofern, als es auch hier nicht gelingen würde, andere Erfolge zu erreichen, als bei der Benutzung der Blutbahn und der Resorption von der Bauchhöhle aus. Zwar lagen auch hier von einem anderen Bearbeiter dieser Frage positive Resultate vor, von A. Fränkel, dessen Arbeit wir früher erwähnten.

Fränkel hatte 0·15—0·3 ccm der bei 37° verflüssigten Gelatine-Reinculturen 16 weissen Mäusen unter die Haut injicirt, von denen 10 innerhalb 24 spätestens 48 Stunden nach erfolgter Injection verendeten. Der Sectionsbefund schien den Erfolg der Uebertragung zu bestätigen: Mehr oder minder bedeutende Schwellung der Milz, Schwellung der Peyer'schen Plaques, im Blute regelmässig Bacillen nachweisbar, welche aus demselben auch ohne weiteres durch Cultur isolirt werden konnten. Auch ein Kaninchen, dem unter die Bauchhaut virulentes Mäuseblut gespritzt war, starb. Im Blute desselben fanden sich spärliche Bacillen, die Milz war geschwollen. Zwei Tauben verhielten sich gegenüber subcutaner Einverleibung der Culturen refractär.

In unseren Anschauungen von dem Verhalten und der Wirkungsweise der Typhusbacillen im Körper der von uns verwandten Versuchsthiere vermochten diese A. Fränkel'schen Untersuchungen eine Aenderung nicht hervorzubringen, ja es mussten nach unserer Ansicht hier bei der subcutanen Injection die Verhältnisse nicht einmal so günstig liegen, wie bei der Einverleibung in den so eminent resorptionsfähigen Lymphsack des Peritonäums, in welchem die längere Lebensfähigkeit der Typhusbacillen von uns zu mehreren Malen beobachtet war.

Trotz dieser geringen Aussicht auf Erfolg haben wir die folgende Versuchsreihe an Feldmäusen unternommen, zu der wir bemerken, dass nur diejenigen Todesfälle, die innerhalb der ersten 3 Tage nach der Injection eintraten, nach stattgehabter Section auf Rechnung des Eingriffs gesetzt sind. Einzelne der zu den Versuchen benützten Thiere starben an späteren Tagen, am 4. bis 10.; es gingen aber zu dieser Zeit auch Feldmäuse ein, die in gesonderten Behältern trotz reichlicher Nahrung und trotzdem dass nichts mit ihnen geschehen war, dennoch verendeten. Wir haben es selbstredend nicht unterlassen, jene am 4. bis 10. Tage nach der Injection erlegenen Thiere zu seciren, aber einen Anhaltspunkt für den Tod konnten auch diese nicht geben und es war daher nahe-

liegend, dass wesentlich die veränderten Verhältnisse der Gefangenschaft das Ende herbeigeführt hatten.

Die verwandten, wässerigen Typhusbacillenaufschwemmungen, deren einzelne Verdünnungen sind in derselben Weise dargestellt, wie das in dem ersten Theil dieser Arbeit angegeben ist.

I. Versuchsreihe: Subcutane Injection von $^1/_{20}$ gtt.

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
189	grosse Feldmaus	31.10.V.-M. 7 Uhr			Sämmtliche Thiere bleiben anscheinend völlig gesund, irgend ein Krankheits-symptom war an denselben nicht zu bemerken.
190	„	„			
191	kleine Feldmaus	„			
192	grosse Feldmaus	„			
193	„	„			Stirbt am 7./11. Keine anatomischen Veränderungen, keine Bacillen.

II. Versuchsreihe: Subcutane Injection von 1 gtt.

194	grosse Feldmaus	31. 10. V.-M. $7^1/_2$ Uhr.			Sämmtliche Thiere zeigen am Tage der Inject. völlig aufgehobene Fresslust, die jedoch am nächsten Tage schon wieder vorhanden ist. Alle bleiben dann gesund.
195	kleine Feldmaus	„			
196	grosse Feldmaus	„			
197	„	„			
198	kleine Feldmaus	„			Stirbt am 5./11. Keine anatomischen Veränderungen, keine Bacillen.

III. Versuchsreihe: Subcutane Injection von 5 gtt.

199	grosse Feldmaus	1. 11. V.-M. 7 Uhr 2. 11. V.-M. 8 Uhr „	Vergrösserung d. Milz, schleimig-wässeriger Erguss in Duod. u. Jej., Röthung der Schleim-haut dieser Theile, nicht des Ileum.	Zahlreiche Bacillen in Abstreif-präparaten der Milz. Stichcultur mit Erfolg angelegt.	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Sectien.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
200	grosse Feldmaus	1. 11. V.-M. 7 Uhr 2. 11. N.-M. 6 Uhr 2. 11. V.-M. 8 Uhr	Wie Nr. 199.	Wie Nr. 199.	+
201	„	1. 11. V.-M. 7 Uhr			Das Thier ist zwei Tage krank, erholt sich dann und bleibt gesund.
202	„	„			Wie 201.
203	„	1. 11. V.-M. 7 Uhr 3. 11. V.-M. 9 Uhr „	Milz von gewöhnlicher Grösse, geringe arteritische Erscheinungen am Duod. und Jej.	In Milz, Leber und Niere sind keine Bacillen aufzufinden.	+
IV. Versuchsreihe: Subcutane Injection von 10 gtt.					
204	grosse Feldmaus	1. 11. V.-M. 7 Uhr 1. 11. N.-M. 4 Uhr „	Kleine Vergrösserung der Milz, erhebliche Erscheinungen von Seiten des Darmcanals, selbst im Dickdarm flüssiger Inhalt.	Zahlreiche Bacillen in der Milz, spärlich in der Leber und Niere.	+
205	kleine Feldmaus	1. 11. V.-M. 7 Uhr 1. 11. N.-M. 4 Uhr „	Geringe Vergrösserung der Milz, erhebliche Erscheinungen seitens des Darmcanals.	Zahlreiche Bacillen in Milz, Leber und Niere.	+
206	grosse Feldmaus	1. 11. V.-M. 7 Uhr 2. 11. N.-M. 7 Uhr „	Erhebliche Vergrösserung der Milz, erhebliche Erscheinungen von Seiten d. Darmcan.	Sehr spärliche Bacillen in Milz u. mes. Drüsen.	+
207	„	1. 11. V.-M. 7 Uhr 3. 11. V.-M. 7 Uhr „	Sehr erheblicher Milztumor, erhebliche Darmerscheinungen im Duod. und Jejun. aber auch Ileum.	In Milz, Leber, Niere finden sich sehr wenig Bacillen, hin und wieder werden 1—2 im Gesichtsfeld gefunden.	+
208	„	1. 11. V.-M. 5 Uhr			Stirbt am 4. 11. V.-M. 11 Uhr. Keine anatomischen Veränderungen, keine Bacillen.
V. Versuchsreihe: Subcutane Injection von 20 gtt.					
209	Sehr grosse Feldmaus	31. 10. N.-M. 5 U. In der folg. Nacht 1. 10. V.-M. 7 Uhr	Sehr erheblicher Milztumor, geringgradige Erscheinungen seitens des Darms.	Sehr zahlreiche Bacillen in Milz und Leber.	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
210	grosse Feldmaus	31. 10. N.-M. 5 U. In der folg. Nacht 1. 11. V.-M. 7 Uhr	Geringe Vergrösserung der Milz, sehr erhebliche Erscheinungen von Seiten des Darmcanals, Schleimhaut des ganzen Dünndarms stark geröthet, überall hämorrhagischer Inhalt, selbst im Dickdarm.	Sehr zahlreiche Bacillen in Milz, Leber, Niere und den mes. Drüsen.	+
211	„	31. 10. N.-M. 7 U. In der folg. Nacht 1. 11. V.-M. 7 Uhr	Geringe Vergrösserung der Milz, starke Röthung im Duod. u. Jej.	Sehr zahlreiche Bacillen in Milz und mes. Drüsen.	+
212	kleine Feldmaus	31. 10. N.-M. 5 U. In der folg. Nacht 1. 11. V.-M. 7 Uhr	Wie Nr. 211.	Wie Nr. 211.	+
213	grosse Feldmaus	31. 10. N.-M. 5 U. In der folg. Nacht 1. 11. V.-M. 7 U.	Sehr erheblicher Milztumor, starker wässeriger Erguss im ganzen Dünndarm, starke Röthung der Schleimhaut auch des Ileum.	Erheblicher Bacillenreichth. in allen untersuchten Organen Milz, Leber, mesent. Drüsen.	+

Es erscheint nach unseren früheren Auseinandersetzungen, wie wir sie am Schlusse der intraperitonäalen Injectionen gegeben haben, nicht nothwendig diesen Versuchen eine weitere Erklärung der Resultate beizufügen. Auch hier wiederholten sich dieselben Thatsachen, geringe Dosen vermochten das Befinden der Thiere nicht oder nur auf kurze Zeit zu stören, grösseren Gaben erlagen sie fast alle in meist wenigen Stunden.

Das Ergebniss der fünf Versuchsreihen war:

I.	Versuchsreihe	$^1/_{20}$ gtt	:	Es	starben	von	5	Thieren	0
II.	„	1	„ :	„	„	„	5	„	0
III.	„	5	„ :	„	„	„	5	„	3
IV.	„	10	„ :	„	„	„	5	„	4
V.	„	20	„ :	„	„	„	5	„	5

Wenn wir auch für denjenigen Weg, der in erster Linie bei der Uebertragung des Typhusgiftes Berücksichtigung verdiente, den durch den Magen uns keiner grossen Hoffnung auf bessere Erfolge hingeben durften, so lagen doch hier die Verhältnisse in etwa anders und es fehlte nicht an Zeichen, dass doch möglicherweise hier die Inoculation des Giftes mit seiner directen Einwirkung auf den Lymphapparat des Darmes gelingen konnte. Es hatten einmal unsere eigenen Beobachtungen schon darauf

hingewiesen, dass die Typhusbacillen im Lymphgefässsystem eine längere Lebensfähigkeit besassen, wie in den Circulationswegen des Blutes und den Ablagerungsstätten der Bacillen und wir hatten uns schon damals gesagt, dass eine Uebertragung dieses Giftes dort, wo es längere Zeit mit dem Lymphapparat in Berührung zu treten vermöge, eher Aussicht auf Erfolg biete, als auf den übrigen Wegen. Wir haben des ferneren erwähnt, dass die Versuche Birch-Hirschfeld's so resultatlos dieselben auch sonst waren, dennoch eine Ermunterung enthielten mit Reinculturen nochmals denselben Weg zu gehen. Vorzugsweise aber mussten wir in dem wahrscheinlichen Uebertragungsmodus des Typhusgiftes auf den Menschen durch das Trinkwasser, durch die Nahrung eine Aufforderung finden besonders diese Uebertragungsmöglichkeit in den Kreis unserer Untersuchungen zu ziehen.

Auch in dieser Beziehung lagen bereits zwei Arbeiten vor von A. Fränkel und C. Seitz.

A. Fränkel hatte seine Uebertragungsversuche an 14 Meerschweinchen vorgenommen und hatte 7 mal ein positives Resultat erzielt. Bei diesen sieben ist 5 mal die Culturflüssigkeit direct in das Duodenum gespritzt und zwar mit Ausnahme eines Falles ohne Unterbindung des Ductus choledochus. Die Sectionsergebnisse bestanden in deutlicher Schwellung der Milz, in gefärbten Deckglastrockenpräparaten derselben Stäbchen, die sich in nichts von denen der Cultur unterschieden, die Peyer'schen Plaques sowohl des Dünndarmes, wie des Dickdarmes erheblich geschwollen, bei einem Thier im unteren Theil des Ileum auf einem Peyer'schen Haufen eine kreisrunde, über $^1/_2$ cm im Durchmesser enthaltende frische Ulceration mit starker Gefässinjection der Umgebung, die Ränder des Geschwüres unter dem Wasserstrahl flottirend. Der Darminhalt auffallend flüssig. Mesenteriale Drüsen geschwollen, von grauröthlich markiger Beschaffenheit, zum Theil von Hämorrhagien durchsetzt. Leber hellgelb, an einzelnen Stellen die bekannten coagulations-nekrotischen Heerdchen zeigend. Im Blute keine Bacillen. Eine Plattencultur aus der Milz ergiebt zahlreiche typische Typhuscolonieen, desgleichen lassen sich bei mikroskopischer Untersuchung des gehärteten Darmes sowohl in den Peyer'schen Plaques, wie in den denselben benachbarten Partieen der Submucosa zahllose mit Vacuolen versehene Stäbchen durch die Färbung in Gentianaviolett-Anilinwasserlösung nachweisen.

A. Fränkel sieht nach diesen Versuchen die Uebertragung der Typhusbacillen in den Verdauungstractus als eine erfolgreiche an.

Auf ähnlichen Wegen gelangte C. Seitz zu anderen Resultaten. Die von R. Koch gelegentlich seiner Choleraübertragungsversuche geübte Methode — Alkalisirung des Magens mit fünf Procent Natroncarbonatlösung,

Infection mit Bouillonculturen, beides durch feinste Katheter in den Magen geführt, nachfolgende intraperitonäale Injection von Opiumtinctur — wurde auch von Seitz bei Meerschweinchen angewandt und zwar inficirte er zunächst 16 Meerschweinchen mit 10 bez. 5 ccm im Thermostat üppig entwickelter Bouilloncultur. Von diesen 16 Thieren erlagen sieben der Infection innerhalb 48 Stunden, eines nach vier Tagen.

Aus den Sectionsergebnissen folgert Seitz, dass die Typhusbacillen unter den gegebenen Bedingungen pathogene Wirkung auf Meerschweinchen ausüben können und zwar vom Darme aus, denn die Culturbefunde in den Organen waren sehr spärlich und müssen auf allenfalls zugefügte kleine Verletzungen bei der Infectionsmanipulation zurückgeführt werden. Ob das auf diesem Wege gewonnene Krankheitsbild, ob die anatomischen Veränderungen die des Typhus seien, diese Frage zu entscheiden erscheint Seitz nach seinen Resultaten nicht räthlich.

In einer zweiten Versuchsreihe studirte Seitz den Einfluss der Typhusdejectionen bei derselben Thiergattung, nachdem er vorher bei 30 Meerschweinchen nachgewiesen hatte, dass Dejectionen von relativ gesunden Menschen das Befinden der Thiere nicht zu stören vermochte. Das Resultat war hier ein gleiches, wie bei der ersten Versuchsreihe.

Eine dritte Versuchsreihe (sechs Kaninchen mit Typhusbacillenbouilloncultur intravenös injicirt) ergab völlig mit E. Fränkel und Simmonds übereinstimmende Resultate.

Die Ergebnisse seiner exacten und mühevollen Untersuchungen fasst Seitz zum Schlusse folgendermaassen zusammen:

„Mit Hülfe der Infection durch die Blutbahn gelingt es, Organveränderungen zu erhalten, die im mikroskopischen Schnittpräparat ähnliche Bilder zeigen, wie beim Typhus des Menschen. Der Dünndarm und speciell dessen Drüsenapparat reagiren bei Infection per os und auch durch die Blutbahn mit Veränderungen, denen man eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bilde des Ileotyphus zusprechen kann. Andererseits halte ich es für möglich — auf Grund meiner Thierversuche — dass die Typhusbacillen vom Darme aus deletäre Wirkungen für den Organismus ausüben können, ohne in die Blutbahn zu gelangen. Eine derartige deletäre (toxische) Wirkung auf den Organismus muss uns um so wahrscheinlicher werden, wenn wir die von Hoffmann und Zenker so eingehend studirten, mehr oder weniger alle Organe beim Typhus in ebenso verschiedenem Grade treffenden Veränderungen zusammenhalten mit dem an Zahl verhältnissmässig geringem Befunde an Bacillen in den betreffenden Organen (mit Ausnahme der Milz). Die den Stoffwechselproducten der Typhusbacillen anhaftende toxische Wirkung ist (von Brieger) sichergestellt.“

Wenn man die Resultate dieser beiden Arbeiten von A. Fränkel und Seitz, bez. die aus denselben gewonnenen Folgerungen vergleicht, so ergiebt sich leicht deren Verschiedenheit. Während Fränkel die Uebertragung der Typhusbacillen in den Darm als eine erfolgreiche ansieht, glaubt Seitz nur eine deletäre (toxische) Wirkung dieser Gebilde auf den Organismus vom Darme aus annehmen zu dürfen, eine Anschauung, zu welcher auch wir in dem ersten Theile unserer Arbeit bei Befolgung anderer Wege uns gezwungen sahen. Wir hatten dort den Nachweis geliefert, dass die Quantität der verabreichten Gabe, die Menge der Typhusbacillenaufschwemmung der wesentlich den Erfolg bedingende Factor sei, dass nur bei grösseren Gaben der Tod, bei geringeren bald vorübergehendes Kranksein auftrete. Diese Resultate benutzten wir auch bei den nachstehenden Infectionsversuchen per os, insofern wir auch hier minimale und maximale Gaben verwandten. Dass diese Dosen hier bei der Infection vom Darme aus grössere sein mussten, als bei der directen Einverleibung in die Blutbahn oder Bauchhöhle, oder der Einspritzung in das Unterhautzellgewebe, war ja naheliegend.

Die Bereitung der Aufschwemmungen geschah in der früher angegebenen Weise.

Es war naheliegend zu den Uebertragungsversuchen Meerschweinchen zu benutzen, wie dieses von Fränkel und Seitz ja auch geschehen war, nachdem Koch die natürlichen Verdauungsvorgänge dieser Thiere durch mehrfache Versuche in eingehender Weise klargelegt hatte. Da aber zum Beginne unserer Versuche es uns an geeignet grossen Thieren fehlte, so bedienten wir uns zunächst einiger Kaninchen, obwohl der Magen dieser Thiere trotz 24stündigen Hungerns kaum leer zu erhalten ist und insbesondere die intraperitonäale Injection der Opiumgabe zur Verlangsamung der Peristaltik der Dünndärme der grossen Ausdehnung des Coecums halber nicht mit Genauigkeit durchzuführen ist. Wir haben daher bei den Kaninchen die Opiumgabe entweder direct in das Blut durch eine der Ohrvenen, oder in subcutaner Weise injicirt. Im Uebrigen haben wir genau den Gang innegehalten, wie dieses Koch bei seinen Choleraübertragungsversuchen gelehrt hat. Sämmtliche Thiere hatten 24 Stunden lang vor Beginn des Versuches gehungert, um einmal eine möglichste Entleerung des Magens zu erzielen, dann aber auch um eine starke Resorption des einverleibten Giftes vom Darme aus hervorzurufen. Die Kaninchen erhielten zunächst mittelst feiner Katheter 15 ccm einer 5procentigen Natroncarbonatlösung, 15 Minuten darauf die in der Quantität wechselnde Menge der Typhusbacillenaufschwemmung und nach Ablauf einer halben Stunde die Opiumgabe. Zwei Stunden nach Vornahme der Infusion wird den Thieren Nahrung gegeben.

A. Infectionsversuche an Kaninchen.

Nr. 214. Grosses Kaninchen. Am 24./11. N.-M. 5 Uhr werden 15 Oesen Typhusbacillen in 15 ccm Aq. gelösst in den Magen infundirt. Das Material wurde einer Kartoffelcultur entnommen, die am 10./11. angelegt war und drei Tage hindurch im Brütofen bei Körpertemperatur gestanden hatte. Am 25. ist die Fresslust völlig aufgehoben, am 26. aber bereits wieder vorhanden. Krankheitserscheinungen werden in den nächsten Tagen nicht mehr bemerkt. Tod durch Genickstich am 1./12. Milz, Peyer'sche Haufen wie mesent. Drüsen sind nicht vergrössert, eine Geschwürsbildung an keiner Stelle des Dünndarmes nachzuweisen. Duodenum noch mehr das Jejunum geröthet, auf der Schleimhaut des letzteren einzelne kleine Hämorrhagien, wie auch eine erhebliche Blutfülle durch die Röthung der Schleimhaut angezeigt ist. Der Magen voll Futterstoffe, der Dickdarm voll festen Kothes.

Abstreifpräparate aus der Milz, der Leber, den Peyer'schen Haufen erfolglos. Desgleichen ergeben die Plattenculturen aus Milz, Leber und mesent. Drüsen ein völlig negatives Resultat.

Nr. 215. Grosses Kaninchen. Am 28./11. N.-M. 4 Uhr 15 Oesen voll Typhusbacillen von Kartoffelcultur vom 25./11., die während drei Tagen im Brütofen gestanden. Auch bei diesem Thiere ist die Fresslust nur am ersten Tage geschwunden. Tod durch Genickstich am 1./12. Magen voll Futterstoffe, leichte Röthung im Duodenum und Jejunum, stecknadelkopfgrosse frische Blutergüsse im Gewebe der Schleimhaut hier. Schleimhaut und Inhalt des Ileum völlig ohne Veränderung. Im Dickdarme fester Koth. Milz, Peyer'sche Haufen, mesent. Drüsen nicht vergrössert.

Abstreifpräparate aus Milz, Leber und Peyer'sche Plaques erfolglos.

Desgleichen ergeben die Plattenculturen aus Milz, Leber und mesent. Drüsen ein völlig negatives Resultat.

Nr. 216. Grosses Kaninchen. 28./11. N.-M. 4 Uhr 15 Oesen voll Typhusbacillen von Kartoffelcultur vom 25./11., die während drei Tagen im Brütofen gestanden. Auch dieses Thier erkrankt nur auf einen Tag. Tod durch Genickstich am 1./12. N./M. 5 Uhr. Magen voll Futterstoffe. Im Duodenum besonders aber Jejunum sehr erhebliche Röthung der Schleimhaut, beträchtlicher wässeriger Erguss in diesen Darmabschnitten, während im Ileum sowohl die Schleimhaut, wie der Inhalt keine Veränderung zeigt. Milz, Peyer'sche Haufen wie mesent. Drüsen nicht vergrössert. Im Dickdarme fester Koth.

Abstreifpräparate aus Milz, Leber und Peyer'sche Plaques erfolglos.

Desgleichen ergeben die Plattenculturen aus Milz, Leber und mesent. Drüsen ein völlig negatives Resultat.

Nr. 217. Grosses Kaninchen. 28./11. N.-M. 4 Uhr 15 Oesen voll Typhusbacillen von Kartoffelcultur vom 25./11., die während drei Tagen im Brütofen gestanden. Auch bei diesem Thiere ist die Fresslust nur auf 24 Stunden geschwunden, während die Bewewegungsfähigkeit nicht behindert ist. Tod durch Genickstich mehrere Tage später, als bei Nr. 215 u. 216, am 6./12. Irgend welche pathologischen Veränderungen sind bei diesem Thiere nicht vorhanden, keine Vergrösserung der Milz, keine enteritischen Erscheinungen im Duodenum und Jejunum, keine Vergrösserung der mesent. Drüsen. Abstreifpräparate ohne Erfolg.

Nr. 218. Grosses Kaninchen. 14./11. N.-M. 5 Uhr 30 Oesen voll Typhusbacillen von Kartoffelcultur vom 12./11., die 24 Stunden im Brütofen gestanden. Das Thier erkrankt schwer, ist in den nächsten Tagen nicht im Stande sich zu bewegen, frisst nicht. Am 18. beginnt es Futter zu nehmen und nach zwei Tagen erscheint es völlig gesund. Tod durch Genickstich am 21./11. Die Milz nicht vergrössert, Magen voll Futterstoffe, im Dünndarme schleimig-wässeriger Inhalt, im Dickdarme fester Koth. Schleimhaut im Jejunum und Duodenum ohne Veränderung, nur einzelne ältere bis erbsengrosse Ecchymosen. Keine Vergrösserung der Peyer'schen Plaques und mesent. Drüsen. Lunge und Herz ohne Veränderung.

Abstreifpräparate aus Milz, Leber und mesent. Drüsen erfolglos.

In Plattenculturen aus Milz und Leber, nicht aber aus dem Darminhalte verdächtige typhusähnliche Culturen, die sich bei Kartoffelcontrole nicht als Typhusbacillen erweisen.

Nr. 219. Grosses Kaninchen. 14./11. N.-M. 5 Uhr 30 Oesen voll Typhusbacillen von Kartoffelcultur von 12./11., die 24 Stunden im Brütofen gestanden. Tod am 15./11. V.-M. 9 Uhr. Section 4 Uhr. Ausgesprochene Todtenstarre. Milz nicht vergrössert. Magen mässig voll Futterstoffe. Duodenum und Jejunum fast leer, kein wässeriger Erguss in denselben, keine Entzündung der Darmwand, nur eine geringe Röthung der Schleimhaut ist vorhanden mit vielfachen punktförmigen bis stecknadelkopfgrossen Ecchymosen. Ileum ohne jede Veränderung, keine Vergrösserung der Peyer'schen Haufen, keine Geschwürsbildung. Mesent. Drüsen etwas vergrössert, an einzelnen Stellen des Durchschnittes hämorrhagisch gefärbt. Leber und Niere blutreich.

In Abstreifpräparaten der Milz, Leber, Niere, mesent. Drüsen sind keine Bacillen nachweisbar.

Plattenculturen aus Milz, Leber, Niere } ergeben keine Typhuskeime, während die des Darmes zahlreiche typhusähnliche Colonieen zeigen, die sich auch auf Kartoffelflächen als solche documentiren.

Nr. 220. Grosses Kaninchen. 14./11. N.-M. 5 Uhr 30 Oesen voll Typhusbacillen von einer älteren (4./11.) bei Zimmertemperatur gehaltenen Kartoffelcultur. Das Thier ist während drei Tagen krank. Die Fresslust und die Bewegungsfähigkeit geschwunden. Tod durch Nackenstich am 21./11. Erhebliche Abmagerung. Milz nicht vergrössert, Magen voll Futterstoffe, im Duodenum und Jejunum schleimig-wässeriger Inhalt, leichte Röthung der Schleimhaut dieser Theile, einzelne bis erbsengrosse Hämorrhagien im Gewebe der Schleimhaut, im Ileum normaler Inhalt, im Dickdarme fester Koth. Peyer'sche Haufen und mesent. Drüsen nicht vergrössert. Herz und Lungen normal. Abstreifpräparate sowie Plattenculturen aus Milz, Leber, mesent. Drüsen und Darminhalt ergeben keine Typhusbacillen.

Nr. 221. Grosses Kaninchen. 14./11. N.-M. 5 Uhr 30 Oesen voll Typhusbacillen von einer älteren (4./11.) bei Zimmertemperatur gehaltenen Kartoffelcultur. Das Thier erkrankt schwer. Tod am vierten Tage am 18./11. V.-M. 11 Uhr. Section N.-M. 3 Uhr. Ausgesprochene Todtenstarre. Milz nicht vergrössert. Magen mit wenig Futterstoffen. Duodenum und Jejunum mit starkem wässerigen Erguss, der auch im Ileum vorhanden ist, Coecum mit mehr breiigen Inhalt, Dickdarm mit festem Kothe. Schleimhaut in der oberen Hälfte der Dünn-

därme lebhaft geröthet, hin und wieder bis stecknadelkopfgrosse Eishymosen. Im Ileum keine Veränderung der Schleimhaut, keine Vergrösserung der Peyer'schen Haufen. Mesent. Drüsen vergrössert, an einzelnen Stellen des Durchschnittes blutig gefärbt. Lungen an einzelnen Stellen mit hämorrlogischen Infarcten. In Milz, Leber, Niere keine Bacillen im Streifpraeparate.

In Plattenculturen aus Milz, Leber, Herzblut, Darminhalt } keine Typhuscolonieen.

Wenn man diese Sectionsergebnisse betrachtet, so ist nicht zu verkennen, dass die Ausbeute derselben eine sehr geringe ist, insbesondere im Vergleich mit denen der früheren Versuchsreihen. Es waren zu diesen Infectionsversuchen per os zehn Kaninchen verwendet worden, von denen zwei unter Streckkrämpfen etwa 20 bis 30 Minuten nach subcutaner Einspritzung der Opiumtinctur zu Grunde gingen und daher in vorstehender Uebersicht nicht mit aufgeführt sind. Die übrigen acht Thiere sind entsprechend der einverleibten Gabe von Typhusbacillen in zwei Gruppen zu theilen, von denen der ersten — vier Thiere — je 15 Oesen Typhusbacillen infundirt worden sind mit keinem anderen Erfolge als den einer ein- bis zweitägigen Erkrankung. Nach unverkennbarem Eintritt der Genesung wurden diese vier Thiere durch Genickstich getödtet zwischen dem 4. bis 9. Tage. Bei den zwei am 4. Tage getödteten Thieren waren die enteritischen Erscheinungen im Duod. und Jejun. noch vorhanden, aber ohne irgendwie bemerkbare Alteration der Peyer'schen Haufen, der mesenterialen Drüsen, der Milz u. s. w. Aehnlich, wenn auch in minderem Maasse waren die anatomischen Veränderungen bei dem am 8., bezw. am 9. Tage getödteten Thiere.

Völlig erfolglos war die bacteriologische Untersuchung der hauptsächlich interessirenden Organe, des Darms und dessen Inhalt, der mesenterialen Drüsen, der Milz, Leber, Niere. An keiner Stelle war von den Millionen von Keimen. die vor vier Tagen in den Magen der Thiere eingeführt waren, etwas zu entdecken, wie auch die Plattenculturen ein völlig negatives Resultat ergaben.

Von den vier Thieren der 2. Gruppe, welche die doppelte Dosis, 30 Oesen Typhusbacillen infundirt erhielten, war das Krankheitsbild ein entschieden schwereres. Es dauerte mehrere Tage, bis die Thiere die infundirten Massen bewältigt und die durch dieselben gesetzten Schädlichkeiten sich ausgeglichen hatten, dementsprechend die Krankheitssymptome, die Reactionslosigkeit gegen äussere Reize, die Unmöglichkeit sich von der Stelle zu bewegen, die aufgehobene Fresslust in viel höherem Maasse vorhanden waren, ja es war den auf die Seite gelegten Thieren kaum

möglich sich zu erheben. Bei einem dieser Thiere trat der Tod nach 16 Stunden, bei einem zweiten nach fast vier Tagen ein. Auch bei diesen Kaninchen war das Ergebniss der Obduction ein fast völlig negatives. Nur die Erscheinungen des Dünndarms, die Enteritis im Duod. und Jejun. fehlten nicht. Die Vergrösserung der Milz aber, der Peyer'schen Haufen, der mesenterialen Drüsen, wie sie fast regelmässig bei der Infection in die Blutbahn, in die Bauchhöhle, in das Unterhautzellgewebe erfolgten, die waren hier nicht vorhanden, nur bei No. 219 und 221 finden wir eine geringgradige Vergrösserung der mesent. Drüsen, mit hämorrhagischer Färbung ihres Durchschnitts verzeichnet. Die bacteriologische Untersuchung sowie die Plattencultur zeigten, dass keine Typhuskeime im Körper mehr vorhanden waren, nur bei dem nach 16 Stunden verendetem Thiere fanden sich noch zahlreiche lebende Typhusbacillen im Dünndarme.

Auch die zwei den Eingriff mehrere Tage überlebenden und dann durch Genickstich getödteten Thiere dieser Gruppe No. 218 und 220 boten mit Ausnahme der pathologischen Veränderungen im Dünndarme nichts Besonderes.

Eine erfolgreiche Uebertragung, eine Erzeugung von Typhus oder typhusähnlichen Organveränderungen kann bei allen acht Thieren mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Die zwei dem Eingriffe erlegenen Thiere müssen durch toxische Wirkungen der Typhusbacillen zu Grunde gegangen sein. Noch in viel höherem Maasse, wie bei den früher verfolgten Wegen, war hier die Fähigkeit des Körpers, speciell der Verdauungsorgane zu bewundern in der Bewältigung dieser nach Millionen zählenden Keime, die innerhalb 24 bis 48 Stunden der völligen Vernichtung anheimgefallen waren.

Die günstigen Resultate, die A. Fränkel bei Meerschweinchen erzielte, die des genaueren klargelegten natürlichen Verdauungsvorgänge bei diesen Thieren durch Koch liessen es wünschenswerth erscheinen, gerade auf diese Thiergattung das Gift von den Verdauungsorganen her einwirken zu lassen. Wir haben daher an 20 Meerschweinchen die folgenden Versuche angestellt, deren Ausführung genau nach Koch'scher Methode bewirkt worden ist. Die Opiumgabe wurde direct in den Peritonäalsack gespritzt anf 200 ^{grm} Thiergewicht 1 ^{ccm} Tinct. Opii simpl. Auch diese Versuche sind entsprechend der Quantität der verabreichten Gabe von Typhusbacillen angeordnet.

B. Infectionsversuche von Meerschweinchen.

I. Versuchsreihe: Infusion von 2 Oesen Typhusbacillenaufschwemmung in den Magen.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
222	Grosses Meerschw. 610 grm schwer	4. 12. 86.			An sämmtl. 5 Thieren ist nichts Krankhaftes zu bemerken, am 5. laufen sie hastig im Stall umher und ihre Fresslust ist nicht vermindert.
223	desgleichen 590 grm	„			
224	mittelgr. 460 grm	„			
225	grosses 600 grm	„			
226	grosses 530 grm	„			

II. Versuchsreihe: Infusion von 10 Oesen Typhusbacillenaufschwemmung in den Magen.

227	mittelgross. 440 grm	8. 12. 86, N.-M. 5 1/2 Uhr			sind am 9. krank, am 10. fressen sie wieder und laufen umher, bleiben gesund.
228	grosses 550 grm	„			
229	mittelgr. 480 grm	8. 12. 86, N.-M. 4 Uhr. In der Nacht vom 14. bis 15. 12. 15. 12. N.-M. 5 Uhr	Milz nicht vergrössert. Dünndärme fast leer, Schleimhaut leicht geröthet, kein wässeriger Erguss in ihnen, keine Vergrösserung der Peyer'schen Haufen und der mes. Drüsen. Im Magen wenig Inhalt	In Abstreifpräparaten der Milz, Leber, mes. Drüsen keine Bacillen. Plattenculturen aus Milz, Leber, Blut, Darminhalt: keine Typhusbacillen. Organschnitte später ergaben ebenfalls ein negatives Resultat.	+
230	mittelgr. 530 grm	8. 12. 86, N.-M. 7 Uhr			Am 9. wenig munter, bewegen sich wenig. Am 10. anscheinend gesund und bleiben es auch.
231	mittelgr. 470 grm	„			

III. Versuchsreihe: Infusion von 10 Oesen Typhusbacillenaufschwemmung in den Magen.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
232	kleines 410 grm	10. 12. 86. N.-M. 5 Uhr. In d. folg. Nacht. 11.12.V.-M. 9 Uhr	Ausgesprochene Todtenstarre. Milz u. mes. Drüsen nicht vergrössert. Am Darm wenig Veränderung. Nur die Schleimhaut des Duod. u. Jej. ist leicht geröthet mit wenig schleimig-wässerigem Erguss. Keine Vergrösserung d. Peyer'schen Haufen.	In Abstreifpräparaten der Milz, Leber, mes. Drüsen keine Bacillen. Plattenculturen aus Milz, Leber, Blut } keine Typhusbacillen, zahlreich aber im Darminhalt des Jej. durch Kartoffelcultur controllirt. Organschnitte negativ.	+
233	mittelgr. 470 grm	10. 12. 86. N.-M. 5 Uhr. In der Nacht vom 13. bis 14. 14. 12. N.-M. 3 Uhr	Milz und mesent. Drüsen nicht vergrössert. Dünndärme leer. Duod. u. Jejunalschleimhaut geröthet, die des Ileum v. grauer Farbe. Keine Vergrösserung der Peyer'schen Haufen.	In Abstreifpräparaten von Milz, Leber, mes. Drüsen, Blut keine Bacillen. Plattenculturen aus allen diesen Organen, desgl. aus Darminhalt d. Jej. völlig erfolglos. Ebenso Organschnitte.	+
234	kleines 370 grm	10. 12. 86. N.-M. 5 Uhr. Ein Theil der Aufschwemmung bei der Infusion verschüttet, so dass das Thier weniger erhalten, als die übrigen dieser Reihe.			Das Thier bleibt anscheinend völlig gesund.
235	grosses 610 grm	10. 12. 86. N.-M. 5 Uhr. In der folg. Nacht 11.12. N.-M. 3 Uhr	Keine Vergrösserung der Milz. Starke Röthung der Duod. bes. des Jejun. Keine Vergrösserung der mesent. Drüsen. Im Duod. noch mehr im Jejun. schleimig-wässeriger Inhalt, der im Jejun. vielfach blutig gefärbt ist. Darmwände verdickt, ödematös. Schleimhaut sehr stark geröthet mit vielfachen stecknadelkopfgrossen Ecchymosen. Peyer'sche Haufen	In Streifpräparaten von Milz und Leber, desgl. mes. Drüsen hin und wieder Bacillen. In Plattenculturen aus Milz, Leber, mes. Drüsen } mehrfach verdächtige Colonieen. Darm mit vielen verdächtigen Colonieen, die auf Kartoffeln übertragen das Verhalten der	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
			vergrössert. Im Ileum normaler Inhalt ohne Veränderung der Darmwand. Im Dickdarm fester Koth. Magen mit sehr wenig Futterstoffen.	Typhusbacillen zeigen. Organschnitte später negativ.	
236	kleines 400 grm	10. 12. 86. N.-M. 5 Uhr. Die Kleinheit des Thieres erschwert sehr die Einführung d. Katheter, daher auch wohl Verletzung. hervorgeruf. waren. Kurze Zeit, $^1/_2$ St. nach Einverleibg. der Opiumgabe stirbt das Thier ohne Zweifel durch die Vornahm. d. Eingriffs.			

IV. Versuchsreihe: Infusion von 20 Oesen Typhusbacillenaufschwemmung in den Magen.

237	grosses 520 grm	12.12. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 13.12. N.-M. 3 Uhr	Keine Vergrösserung der Milz. Auffallend weisse Farbe des Duod. Im Jej. starker wässeriger Inhalt, ödematöse Durchtränkung der Darmwand, hämorrhagische Färbung des Inhalts, starke Röthung der Schleimhaut mit einzelnen Blutergüssen. Im Ileum normaler Inhalt, grauweisse Farbe der Schleimhaut. Im Dickdarm fester Koth. Mes. Drüsen u. Peyer'sche Haufen nicht vergrössert. Leber u. Nieren stark hyperämisch. Auf den Pleuren einzelne Blutergüsse.	Streifpräparate aus Milz, Leber, mes. Drüsen ohne Bacillen. Plattenculturen erfolglos, nur im Darm zahlreiche verdächtige Culturen, die auf Kartoffeln überimpft das Verhalten der Typhusbacillen zeigen. Organschnitte negativ.	+
238	mittelgr. 470 grm	12.12. N.-M. 5 Uhr 13.12. N.-M. 4 Uhr 13.12. N.-M. 8 Uhr	Keine Vergrösserung d. Milz. Magen mit etwas Futterstoffen. Duod. u. Jejun. lebhaft geröthet mit hämorrhagischwäs-	Streifpräparate aus Milz, Leber, mes. Drüsen zeigen spärlich Bacillen. In Plattenculturen aus	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
			serig. Inhalt, im Ileum Inhalt aus Futterstoffen gebildet, im Dickdarm fester Koth. Schleimhaut der Duod. u. Jejun. stark geröthet, ödematös durchtränkt, Peyer'sche Haufen u. mesent. Drüsen vergrössert.	Milz, Leber, mes. Drüsen } mehrfach typhusähnliche Colonieen. Darm sehr zahlreiche, die sämmtlich auf Kartoffeln überimpft das Verhalten der Typhuscultur zeigen. Organschnitte negativ.	
239	grosses 560 grm	12.12. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 13.12. N.-M. 3 Uhr	Keine Vergrösserung d. Milz. Duod. u. Jejun. von röthlicher Farbe m. hämorrhagisch-wässerigem Inhalt, ödematöser Durchtränkung d. Darmwand und zahlreichen submucösen Blutergüssen. Im Ileum u. Dickdarm normaler Inhalt. Peyer'sche Haufen u. mes. Drüsen vergrössert, letztere blutig auf dem Durchschnitt. Vielfache subpleurale Blutergüsse.	Streifpräparate aus Milz u. Leber, mes. Drüsen zeigen hin u. wieder Bacillen. In Plattenculturen aus Milz, Leber, mes. Drüsen } einzelne typhusähnliche. Darm sehr zahlreiche Colonieen, die durch Kartoffelcontrolle sich als solche bestätigten. Organschnitte negativ.	+
240	mittelgr. 530 grm	12.12. N.-M. 4 Uhr Tod in der folg. Nacht. 13.12. N.-M. 4 Uhr	Sehr starke ödematöse Durchtränkung des Unterhautzellgewebes der Hals-, Brust- und Bauchdecken. Perforation durch Katheter d. Oesophagus unterhalb des Kehlkopfes, sodass ein Theil d. Aufschwemmung in das Unterhautzellgewebe der Halsgegend geflossen ist. Keine Vergrösserung d. Milz. Im Magen sehr wenig Futterstoffe. Duod. und Jejun. stark geröthet mit stark wässerigem, blutigem Erguss. Im Ileum normaler Inhalt, im Dickdarm fester Koth. Darmwände des Duod. und Jejun. stark ödematös, sehr starke Röthung d.	In Deckglaspräparaten aus Milz, Leber, Niere, mes. Drüsen mehrfach Bacillen. In Plattenculturen aus Milz, Leber, mesent. Drüsen } zahlreiche. Im Darm zahlreiche typhusverdächtige Colonieen, die auf Kartoffeln übertragen sich auch als solche documentiren, Organschnitte zeigen aus der Milz keine Haufen, wohl aber zahlreiche im Gewebe diffus verbreitete Bacillen.	+

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemer-kungen.
			Schleimhaut, mehrfache submucöse Blutergüsse. Peyer'sche Haufen vergrössert, ohne Ulceration. Schleimhaut des Ileum von blassgrauer Farbe. Mes. Drüsen stark vergrössert, auf d. Durchschnitt theilweise hämorrhagisch. Leber u. Niere stark blutreich. Zahlreiche subpleurale Ecchymosen.		
241	grosses 600 grm	12.12. N.-M. 5 Uhr			An dem Thier ist keine Veränderung mit Ausnahme der vermindert. Fresslust bemerkbar.

Das sind annähernd dieselben Resultate, wie sie bei den Kaninchen gewonnen waren, Resultate, die hier wie dort durch den Mangel anatomischer Veränderungen auffallend sind. Von den bei Benützung der früher erwähnten Infectionswege erreichten Veränderungen war bei dieser massenhaften Importation des Typhusgiftes in die Verdauungswege wenig vorhanden. Die Milz, die Peyer'schen Haufen, die mesenterialen Drüsen waren in keinem oder nur in wenigen Fällen vergrössert und eine Stetigkeit des Auftretens war nur bei der Entzündung des Duod. und Jejun. zu beobachten, aber auch hier in geringerem Maasse, als bei der Einverleibung des Giftes in die Blutbahn, die Bauchhöhle, das Unterhautzellgewebe. Jenes Merkmal, nach welchem die erfolgreiche Uebertragung grösserer Mengen beurtheilt werden kann, wie wir das früher auseinandergesetzt haben, das Auftreten charakteristischer Reactionserscheinungen im inficirten Körper, das vermissen wir hier fast gänzlich, wie wir auch ebenso das zweite Merkmal, die Vermehrung der eingeführten Pilze im Körper mit Sicherheit ausschliessen können. Hier wie bei den früher benutzten Wegen kehren dieselben Beobachtungen, dieselben Schlussfolgerungen wieder, nur hier in einem viel bestimmteren Maasse. So gross auch die Mengen waren, die wir in die Verdauungswege führten, sie waren nach 1 bis 2 Tagen in denselben vernichtet und es gelang nur bei den wenige

Stunden nach Vornahme des Eingriffs erlegenen Thieren das Gift in der oberen Hälfte des Dünndarms noch nachzuweisen. Ein Uebergehen der Typhusbacillen in den Follikelapparat des Darms und dadurch in die wesentlich zu berücksichtigenden Organe hatte nicht stattgefunden, denn Abstreifpräparate, Plattenculturen, Organschnitte imponirten nur durch das Negative ihrer Befunde. Einzelne Sectionen zeigen zwar das spärliche Vorhandensein von Typhuskeimen in Milz, Leber, mesent. Drüsen, aber wir können mit Seitz nicht annehmen, dass diese Befunde bedingt waren durch die Vermittelung des reichen Lymphapparates des Darms. Diese Keime müssen vielmehr, worauf auch Seitz bei seinen völlig den unserigen gleichen Befunden hinweist, durch zufällige Verletzungen, wie sie das bisweilen schwierige Einführen selbst der feinsten Katheter leicht hervorrufen kann in die Circulationswege und damit in die genannten Organe gelangt sein oder aber es sind hier bei dem heftigen Reiz, der die Darmschleimhaut betroffen, bei den dadurch vielfach hervorgerufenen Blutergüssen Gefäss- und kleinere Schleimhautrupturen verantwortlich zu machen, durch welche letztere die Typhuskeime in den Kreislauf gekommen sind. Für diese Annahme sprechen die stets negativen Befunde in den Organen der Kaninchen, als den grösseren Versuchsthieren, bei denen die Einführung der Katheter viel leichter und damit ohne Verletzungen gelang und andererseits das so sehr spärliche Vorkommen der eingeführten Bacillen bei allen Meerschweinchen. Nur ein einziges Thier Nr. 240 macht hier eine Ausnahme, insofern hier der Bacillengehalt der Milz, Leber, der mesent. Drüsen ein reichlicherer war. Aber bei diesem Thier zeigte die Section eine Perforation des Oesophagus, (als wir dieses nach dem Einführen des Katheters an der zunehmenden Schwellung des Halses in Folge Einfliessens der Aufschwemmung bemerkten, zogen wir den Katheter zurück und es gelang nun denselben in den Magen zu leiten) und damit neben der Aufnahme des Giftes in die Verdauungswege eine solche in das Unterhautzellgewebe, durch welch letzteren Weg das reichliche Eindringen der Bacillen in die erwähnten Organe zu erklären ist.

Diese negativen Befunde in den mesenterialen Drüsen, der Milz und Leber reden aber jener im ersten Theil unserer Arbeit wiedergegebenen Anschauung von der Wirkungsweise der Typhusbacillen im Thierkörper das Wort, dass es sich hier nicht um erfolgreiche Infection, als vielmehr um die Erscheinungen, die Wirkungen einer Intoxication handelt, dass hier bei der Importation des Giftes in die Verdauungswege, wie dort bei der Injection in die Bauchhöhle, in die Blutbahn, in das Unterhautzellgewebe die Thiere erlegen sind den toxischen Wirkungen der Typhusbacillen. Mit dieser Anschauung befinden wir uns in völliger Uebereinstimmung mit jener, die Seitz aus seinen Versuchen gewonnen hatte,

wie auch die Versuche selbst sich mit denen jenes in fast jeder Beziehung decken. Die Ueberzeugung A. Fränkel's aber von der erfolgreichen Uebertragungsmöglichkeit der Typhusbacillen vom Verdauungstractus her vermögen wir nicht zu der unserigen zu machen.

Aber auch nach anderer Richtung hin sind die Infectionsversuche per os, der negative Befund in den Abdominalorganen beweisend für unsere früher gegebenen Anschauungen. Wir hatten die Vermuthung ausgesprochen, dass die durch den Verfolg der früheren Infectionswege erreichten Organveränderungen wie der Milztumor, die Vergrösserung der Peyer'schen Haufen und mesenterialen Drüsen, der Blutreichthum der Leber und Niere wesentlich Reactionserscheinungen seien, wie sie solch massenhafte Bacilleneinfuhr nothwendig zur Folge haben musste und dass daher andere Bacillenarten, gewöhnliche Wasser- und Bodenbewohner, bei gleicher Menge und gleicher Art der Einverleibung denselben Effect auszulösen im Stande seien und wir glauben den Beweis für diese Annahme erbracht zu haben durch unsere controllirenden Untersuchungen mit den dort des näheren genannten Bacterienarten. Wir sagen auch diese Versuchsart der Infection spricht für die Richtigkeit unserer Deutung. Wären diese Organveränderungen solche, die wesentlich durch das Typhusgift, durch die specifischen Producte der Typhusbacillen bedingt werden, kämen sie nicht in jener mehr mechanischen Weise zu Stande, dann hätten sie auch hier bei den Sectionen vorhanden sein müssen, da die toxischen Stoffe der Typhusbacillen nach ihrer Aufnahme vom Darm aus doch auch diese Organe berührt haben. Diese Veränderungen aber fehlten, weil die Producenten dieser Stoffe, die Typhusbacillen nicht vom Darm aus Aufnahme in das Innere des Körpers gefunden, weil sie nicht in die Peyer'schen Haufen, in die mesenterialen Drüsen, in die Milz u. s. w. gelangt waren.

Auch bei diesen Versuchen per os handelte es sich, wie früher, wesentlich um die Grösse der verabreichten Typhusbacillengabe, sie vor allem entscheidet über die Schwere der Krankheit, über den Tod der Thiere. Auch hier zeigt die folgende Uebersicht die Wichtigkeit der Quantität.

Von	4	Kaninchen,	die	mit	15	Oesen	inficirt	waren,	starben 0
„	4	„	„	„	30	„	„	„	„ 2
„	5	Meerschw.,	„	„	2	„	„	„	„ 0
„	5	„	„	„	5	„	„	„	„ 1
„	5	„	„	„	10	„	„	„	„ 3
„	5	„	„	„	20	„	„	„	„ 4.

Unsere Versuchsresultate und deren Deutungen stehen auf allen eingeschlagenen Infectionswegen in völligem Einklang, alle benutzten Wege

sprechen für die toxische Wirkungsweise bei den Versuchsthieren, nicht aber für die erfolgreiche Infection der Typhusbacillen. Wir können daher den Bac. typhosus in Bezug auf die verwendeten Thiere nicht zu jenen pathogenen Bacterien zählen, die auch in der geringsten Menge in den Körper geführt, hier ein geeignetes Nährsubstrat findend, sich nun bis in's Unzählige vermehren, zu jenen Bacterien, deren schädigende Wirkung fast unabhängig ist von der eingeimpften Menge, Bacterien, die man als infectiöse bezeichnet. Für den Thierkörper ist der Typhusbacillus nicht infectiös. Die Behauptungen erfahrener Thierärzte, dass bisher bei keiner Thierspecies Erkrankungen gefunden, welche als identisch mit den Veränderungen des Abdominaltyphus beim Menschen zu bezeichnen seien, haben auch durch unsere Untersuchungen ihre Bestätigung erfahren. Seltsam müsste es auch, wie Eberth[1] mit Recht betont, erscheinen, dass bei dem vielfachen Auftreten des Abdominaltyphus beim Menschen, bei der leichten und des öfteren gebotenen Uebertragungsmöglichkeit des krankheitserregenden Agens auf unsere Hausthiere, dass diese dem Ileotyphus eigenartigen Veränderungen sich bei denselben nicht vorfinden sollten, wenn der Bac. typhosus in ihrem Körper einen geeigneten Nährboden vorfände.

Wir können daher nach unseren Studien für die verwendeten Versuchsthiere die Typhusbacillen nur zu jener Bacteriengruppe rechnen, die toxisch wirken nur in grösserer Zahl, die im Thierkörper sich nicht zu vermehren vermögen, die in geringer Menge importirt kaum Krankheitserscheinungen hervorrufen können. Will man auch diese Gruppe als eine pathogene bezeichnen, so wird sich bei den heutigen noch unvollkommenen Kenntnissen von der Wirkung vieler Bacterien zwingendes dagegen nicht anführen lassen, da die genaue Scheidung zwischen pathogenen und nicht pathogenen Bacterien nicht überall streng durchführbar erscheint. Bedenkt man aber, wie auch unsere Controlversuche dieses darthun, dass eine Reihe bisher studirter Bacterien ebenfalls unter gewissen Umständen, bei geeigneter Einverleibung grösserer Mengen giftige Wirkungen hervorzurufen in der Lage sind, Wirkungen, die eben künstlich durch die Art der Einführung in den Körper direct in das Blut oder in eine der grossen, so rasch absorbirenden Leibeshöhlen, oder in das Unterhautgewebe und zwar stets in massenhafter, den natürlichen Verhältnissen wohl kaum entsprechenden Mengen, erzeugt werden müssen, Wirkungen, die bei Verwendung geringerer Gaben und Benutzung der natürlichen Infectionswege, wie sie durch das gelegentliche Verschlucken dieser Gebilde gegeben werden, nicht aufzutreten vermögen, dann er-

[1] Eberth. Nr. 226 der Volkmann'schen *Vorträge*.

scheint es uns richtiger, die Bezeichnung „pathogen" nur jener Gruppe zuzulegen, denen ein Reproductionsvermögen im Thierkörper innewohnt. Wir würden demnach die Typhusbacillen als für den menschlichen Organismus pathogene Keime, für die bisher geprüften Versuchsthiere aber als nicht pathogene bezeichnen müssen.[1]

Nach Abschluss dieser zahlreichen Versuche, die auf den verschiedensten Wegen vergeblich eine erfolgreiche Infection zu erzielen suchten, und die uns die wesentlich toxische Wirkungsweise der Typhusbacillen im Thierkörper erkennen liessen, stellten wir uns die Frage, wie neben unseren bisherigen Beweisen der Nachweis zu erbringen sei, dass vorzugsweise ein giftiges Product der in Rede stehenden Bacterien, dass von Brieger[2] nachgewiesene Typhotoxin oder vielleicht auch andere von den Typhusbacillen ausgeschiedene Ptomaine den Tod der Versuchsthiere hervorgerufen haben.

Für die Beantwortung dieser Frage in dem von uns befürworteten Sinne liegen mehrfache Anhaltspunkte vor.

Zunächst ist von dem Typhotoxin der Nachweis erbracht, dass dasselbe eine aus Typhusculturen zu isolirende, giftige Base ist, die den Tod der Versuchsthiere herbeizuführen vermag unter Auftreten diarrhöischer Stühle, frequenter Athmung, Pupillenerweiterung u. s. w.

Es kann des ferneren nicht zweifelhaft sein, dass ein Theil der von E. Fränkel und Simmonds, Michael, A. Fränkel, Seitz, sowie neuerdings von Sirotinin[3] und uns fast stetig beobachteten Organveränderungen, wie die Entzündung der Darmwand, die Hämorrhagien auf derselben, die Schwellung der Peyer'schen Haufen und mesenterialen Drüsen als Giftwirkungen aufzufassen sind. Dass diese Erscheinungen nebst dem Milztumor, der Anschwellung der Leber und Niere kein specifisches Krankheitsbild, keine den Typhusbacillen eigenartigen Organveränderungen sind, haben wir bereits früher durch unsere Controlversuche

---

[1] Die soeben im *Centralblatt für klinische Medicin* 1887, Nr. 4 erschienene Veröffentlichung Baumgarten's erklärt sich in demselben Sinne, dass Typhusbacillen im lebenden Körper von Kaninchen, Meerschweinchen und Mäusen nicht zur Wucherung gelangen, mithin für die genannten Thierspecies, wenn wir nach Koch's Vorgang nur diejenigen Bacterien als „pathogen" bezeichnen, welche die Fähigkeit der Vermehrung innerhalb des lebenden Organismus besitzen, als nicht pathogen zu betrachten sind. Unseres Erachtens kann auch der Begriff „pathogen" auf dem Gebiete der Bacteriologie nicht wohl weiter ausgedehnt werden, da sonst die ganze Unterscheidung zwischen pathogenen und nicht pathogenen Mikroorganismen schwankend werden müsste.

[2] Brieger, *Untersuchungen über Ptomaine.* Berlin 1885 und 1886.

[3] Sirotinin, Die Uebertragung von Typhusbacillen auf Versuchsthiere. *Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 3.

dargethan. Auch Sirotinin erklärt ebenso wie wir in demselben Sinne, dass die Veränderungen des Darms, die Anschwellung der mesenterialen Drüsen durch die Giftwirkung verschiedener seprophytischer und pathogener Bacterien, z. B. Bac. Neapolitanus, Bac. Indicus, Bac. crassus sputigenus, Bac. cuniculicida u. a. m. regelmässig in typischer Weise hervorgerufen werden, dass der Milztumor in mehr oder minder ausgesprochenem Grade nach der Injection grösserer Bacterienmengen irgendwelcher Art auftrete.

Für die Giftwirkung und gegen die Infection sprach des Weiteren, wie auch dieses die Sirotinin'sche Arbeit, die unter Flügge's bewährter Leitung ausgeführt ist, mit Recht betont, der sehr rasche Verlauf der Krankheit, welche meistens innerhalb des ersten Tages, ausnahmsweise schon nach Stunden, selten nach zwei bis vier Tagen zum Tode führte, sowie die Prägnanz der pathologisch-anatomischen Veränderungen auch bei den ganz akut innerhalb drei bis fünf Stunden zum Tode führenden Fällen.

Neben dem Nachweise von dem deletären Einflusse des Typhustoxins, neben den angeführten Bedenken ist aber die toxische Wirkung sterilisirter Typhusculturen bereits von Seitz und Sirotinin nachgewiesen.

Seitz injicirte intraperitonäal einem Kaninchen und einem Meerschweinchen Typhusstühle, welche durch volle drei Stunden in strömenden Wasserdampf sterilisirt waren, — auf Gelatineplatten zeigten sich keine entwicklungsfähigen Keime — beide Thiere erlagen dem Eingriff innerhalb 48 bis 24 Stunden. Desgleichen starb innerhalb 48 Stunden ein Kaninchen, welchem auf gleichem Wege eine durch drei Stunden in strömenden Wasserdampf sterilisirte, zwei Tage vorher mit Typhusbacillen beschickte Gahrlösung injicirt war. Nach diesen wenigen Versuchen überlässt Seitz weiteren Arbeiten den Entscheid, ob der Tod der drei Thiere durch die Typhusbacillen-Ptomaine veranlasst sei.

Diese Entscheidung hat Sirotinin in der erwähnten Arbeit durch zahlreiche Versuche erbracht, durch Injection sterilisirter Typhusculturen in die Blutbahn, Bauchhöhle, ins Unterhautzellgewebe, in den Magen, Versuche, zu denen er Kaninchen, Meerschweinchen, Hunde, graue wie weisse Hausmäuse verwandte. Die Tödtung der Bacillen geschah durch 10 bis 15 Minuten dauerndes Erhitzen in strömenden Wasserdampf von 100 Grad. Mit Sicherheit folgert Sirotinin aus den auf diesem Wege gewonnenen Resultaten, dass sterilisirte oder durch Filtration von lebenden Bacillen befreite Culturaufschwemmungen von Typhusbacillen bei den Versuchsthieren die gleichen Krankheitserscheinungen hervorrufen, wie lebende Culturen, dass sie den Tod innerhalb der gleichen Zeit veranlassen und dass sie zu den gleichen pathologisch-anatomischen Verände-

rungen führen. Auch hier zeigte sich die Abhängigkeit des Erfolges von der Menge der injicirten Cultur. Darnach war der Beweis erbracht, dass in den Typhusculturen eine beträchtliche Dosis wirksamer Ptomaine vorhanden ist, und dass die aus der Injection resultirenden Krankheitssymptome und Todesfälle vollauf auch aus einer Intoxication durch die Giftmenge erklärt werden können.

Wir selbst waren mit ähnlichen Versuchen unter Verfolg derselben Wege, die wir früher gegangen, beschäftigt, als die vorerwähnte Arbeit erschien. Durch dieselbe konnten unsere Bemühungen wesentlich eingeschränkt werden, denn der noch des genaueren zu erbringende Beweis für die Giftwirkung der Typhusbacillen war durch diese Arbeit erbracht worden. Wir haben daher von dem weiteren Verfolg dieser Injectionsversuche, sterilisirte Culturen intravenös, intraperitonäal, subcutan und per os einzuverleiben, Abstand genommen und sehen auch davon ab, die bis dahin ausgeführten hier aufzuzählen, da ein Zweifel an der giftigen Wirkung des Bac. typhosus nach solch präciser Versuchsanordnung nicht mehr statthaben kann und zudem die dort erzielten Resultate im Wesentlichen mit den unserigen übereinstimmten.

So sehr wir auch den deletären Einfluss der Secretionsproducte der Typhusbacillen — das Typhotoxin und andere Ptomaine — stets in den den Vordergrund geschoben haben und nach unseren eigenen, wie den Sirotinin'schen Untersuchungen diese als die wesentlich den Ausschlag gebenden Factoren betrachten müssen, so ist nicht zu vergessen, dass bei Einführung der Aufschwemmungen in den Körper, bei der Erklärung der Wirkungsweise derselben auch noch andere Momente thätig sind. Es kann nicht gleichgültig für die Wirkung sein, ob lebende oder sterilisirte Culturen zur Verwendung gelangen. Wir haben diese Erfahrung des öfteren bei den Versuchen gemacht und können hier kurz sagen, dass von den sterilisirten Culturen eine erheblich grössere Dosis einverleibt werden musste, um ähnliche Erscheinungen hervorzurufen, wie bei der Injection lebender Bacillen. Es ist ja auch naheliegend, dass die mechanischen Störungen in den Circulationswegen, an den Ablagerungsstätten der Bacterien von Bedeutung sein müssen, wie andererseits auch zu bedenken ist, dass die Typhuskeime auf Stunden, ja selbst auf Tage sich lebensfähig im Körper der Versuchsthiere zu erhalten vermögen und während dieser Zeit doch auch befähigt sind giftige Producte zu emaniren. Wir suchen daher die schädigenden Momente der Aufschwemmungen nicht allein in den Secretionsproducten, wie sie bereits auf den Nährsubstraten bei Entnahme der Bacillen vorhanden sind, sondern wir glauben, dass die mechanischen Störungen, die Irritation der Gewebe, sowie die Abschei-

dungen der Typhusbacillen während ihres, wenn auch nur kurzen Lebens im Thierkörper von nicht unerheblichem Belang sind.

Bei den vielfachen Uebertragungsversuchen dieser Arbeit sind wir zu verschiedenen Malen wegen mangelnden Materials gezwungen gewesen uns derjenigen Thiere nochmals zu bedienen, die wir bereits vor längerer Zeit zu Injectionen verwandt hatten, die aber dem Eingriff nicht erlagen, sondern von den Folgen desselben völlig genesen waren. Bei derartigen Revaccinationen zeigte es sich in augenfälliger Weise, dass die Thiere sich dieser zweiten Impfung gegenüber verschieden verhielten, wie gegenüber der ersten, indem sie entweder gar nicht erkrankten oder doch jedenfalls stets mit dem Leben davonkamen. In Folge dieser Beobachtung haben wir zu allen Versuchen, wie wir sie bisher aufgezählt, stets frisches Material beschafft, schon damals aber daran gedacht, diese Thatsache des Weiteren zu verfolgen. Unsere Reinfectionen waren wesentlich an Mäusen ausgeführt.

Aehnliche Beobachtungen, wie wir, hatten E. Fränkel und Simmond's gemacht. Auch ihnen war es aufgefallen, dass durch das Ueberstehen der Infection mit dem Typhusgift bei Kaninchen — bei ihren Reinfectionen an Mäusen starben sämmtliche Thiere — diese Thiere eine gewisse Immunität erlangten, derart, dass sie bei der Wiederimpfung entweder vollständig gesund blieben oder doch weniger von dem Gifte litten, speciell fast niemals durch dasselbe getödtet wurden.

Die inzwischen erschienene Arbeit Sirotinins erwähnt ebenfalls dieser Frage, lässt dieselbe jedoch unentschieden: „Ob einmaliges Ueberstehen der Injection eine Art erworbene Immunität gegenüber starken Dosen des Typhusgiftes schafft, lässt sich angesichts der von vornherein bestehenden grossen individuellen Verschiedenheiten schwer entscheiden. Doch wurden mehrfach zweifellose und charakteristische Krankheitssymptome nach der zweiten Injection constatirt und im Versuch 49 rief eine solche den Tod des Thieres hervor.

Zur vorläufigen Orientirung in dieser Immunitätsfrage haben wir die nachstehenden drei Versuchsreihen ausgeführt, bei denen das Infectionsmaterial stets von Kartoffelculturen genommen ist, welche drei Tage im Brütofen bei 35 bis 38 Grad gestanden hatten. Die Darstellung der Aufschwemmungen geschah genau in der früher angegebenen Weise.

I. Versuchsreihe:

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit u. Menge der Injection.	Erfolg.	Zeit u. Menge d. Reinjection.	Erfolg.
282	grosse Hausmaus	29. 12. 86. 3 gtt.	krank	3. 1. 87. 10 gtt.	+
283	„	„	+		
284	kleine Hausmaus	„	+		
285	„	„	krank	„	+
286	mittel-grosse Hausmaus	„	„	„	+
287	mittel-grosse Feldmaus	„	+		
288	grosse Feldmaus	„	+		
289	„	„	+		
290	„	„	krank	„	+
291	„	„	„	„	+

II. Versuchsreihe:

292	mittel-grosse Hausmaus	29. 12. 86. 2 gtt.	krank	11. 1. 87. 10 gtt.	Das Thier ist offenbar nicht gesund, wenig gefressen, springt nicht im Käfig, zeigt aber nicht die schweren, erwarteten Krankheitssymptome.
293	„	„	+		
294	grosse Hausmaus	„	krank	„	Wie 292.
295	kleine Hausmaus	„	+		
296	„	„	+		
297	grosse Feldmaus	„	krank	„	+
298	grosse Hausmaus	„	„	„	+
299	„	„	„	„	+
300	„	„	„	„	Wie 292.
301	„	„	„	„	„

III. Versuchsreihe:

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit u. Menge der Injection.	Erfolg.	Reinjection.	Erfolg.	Reinjection.	Erfolg.	Reinjection.	Erfolg.
302	kleine Hausmaus	23.12.86 1 gtt.	krank-erholt sich	6 1. 87. 3 gtt.	Bei der Besichtigung der Thiere am folgenden Tage werden alle lebend vorgefunden, Krankheitserscheinungen sind nicht zu bemerken, das Futter ist aufgezehrt, die sonstige Lebhaftigkeit, das Springen im Käfig wird vermisst.	19.1.87. 6 gtt.	Die Reaction ist dieselbe wie bei der Injection von 3 gtt. Alle leben, aber sie sind an dem der Injection folgenden Tage nicht so lebhaft.	30.1.87 10 gtt.	Am 31. ist an den Thieren keine krankhafte Erscheinung zu bemerken, das Futter ist verzehrt, sie springen lebhaft gegen den Deckel der Käfige. +
303	„	„	„	„		„		„	
304	„	„	„	„		„		„	
305	grosse Hausmaus	„	„	„		„		„	
306	„	„	„	„		„		„	
307	mittel-grosse Hausmaus	„	„	„		„		„	
308	kleine Hausmaus	„	„	„		„		„	
309	„	„	„	„		„		„	
310	weisse Hausmaus	„	„	„		„		„	
311	„	„	„	„		„		„	

Diese drei Versuchsreihen, in denen je zehn Thiere benutzt wurden, haben ein verschiedenes Resultat ergeben.

In der ersten starben nach der Injection von 3 gtt. fünf Thiere. An den fünf Ueberlebenden wurde die Reinjection der Maximaldosis von 10 gtt., welcher bei unseren früheren Versuchen die Thiere fast immer erlagen, am Ende des fünften Tages ausgeführt. Sämmtliche Thiere verendeten. Offenbar war die Reinjection viel zu zeitig ausgeführt, die Thiere konnten sich von dem ersten Eingriff noch nicht erholt haben, die durch die Injection hervorgerufenen Störungen im Darme, dem Follikelapparat, den mesenterialen Drüsen u. s. w waren noch nicht ausgeglichen, als die Einverleibung der grossen Gabe von Typhusbacillen erfolgte.

Ein anderes Resultat schon ergiebt die zweite Versuchsreihe: Injection von 2 gtt., welcher drei Thier eerlagen, Reininjection von 10 gtt. 14 Tage später nach völliger Erholung der Thiere. Von diesen sieben Revaccinirten starben nur drei, mehr als die Hälfte also blieb trotz der grossen, lethalen Dosis am Leben.

In der dritten Versuchsreihe war der Uebergang von der Minimal- zur Maximaldosis ein allmählicher. Es wurde geimpft mit 1 gtt., nach 10 bis 14 Tagen mit 3, dann mit 6 gtt., dann mit 10. Bei diesem Ver-

fahren blieben alle Thiere am Leben, mit Ausnahme von Nr. 302. Aber auch deutliche Krankheitserscheinungen waren bei diesen stetig der Menge nach sich steigernden Reinjectionen nicht vorhanden. Während der nächsten 24 bis 48 Stunden waren die Thiere weniger lebhaft, sie sprangen nicht so behende im Käfige umher, aber sie hatten gefressen und die sonst so schweren, gewöhnlich zum Tode führenden Erscheinungen waren an ihnen nicht zu finden.

Wir haben hiermit die thatsächlichen Resultate dieser Versuche wiedergegeben. Wir halten es für richtiger hier vor der Hand nicht des weiteren auf dieselben einzugehen, sondern dem Ermessen des Einzelnen es zu überlassen sich kurz- oder weitgehende Folgerungen aus denselben zu ziehen. Für uns hatte es sich zunächst wesentlich um eine Orientirung in dieser Immunitätsfrage gehandelt, wir wollten wissen, ob ein weiterer Verfolg dieser Angelegenheit wünschenswerth sei und Aussicht auf weitere Erfolge böte. Wir glaubten uns nicht in der Annahme zu täuschen, dass eine weitere Ausarbeitung, ein weiteres Experimentiren nach dieser Richtung hin uns der Möglichkeit näher bringen wird, diese durch die letzte Versuchsreihe gewonnenen Thatsachen für die menschliche Pathologie im Sinne von Schutzimpfungen dereinst verwenden zu können. Dass uns die weite Entfernung von diesem Ziele sehr wohl bekannt ist, zeigt die Zurückhaltung, die wir uns auferlegt bei der Besprechung dieser Versuche.

So negativ unsere Arbeit auch nach einer Richtung, nach der erfolgreichen Uebertragung der Typhusbacillen auf die gewöhnlichen Versuchsthiere hin gewesen ist, ebenso wie Sirotinin's und Baumgarten's Versuche, so haben sie andererseits einmal die Thatsache ergeben, dass die Thiere wesentlich erlegen sind den von den Typhusbacillen secernirten Giften, sowie zweitens die Möglichkeit der Immunisirung gegen grosse, lethale Gaben des Typhusgiftes. Als die nächste Aufgabe muss es nun zunächst erscheinen, die erste Thatsache für den menschlichen Abdominaltyphus zu verwerthen, festzustellen, welche Schädigungen durch die mehr mechanische Thätigkeit der Typhusbacillen, welche durch ihre Intoxicationsproducte hervorgerufen werden. Wir geben uns der Hoffnung hin, dass diese Arbeit sowie die in der Hauptsache dasselbe Resultat zeigende von Sirotinin die Aufmerksamkeit speciell der inneren Kliniker auf die giftige Wirkung der Typhusbacillen hinlenken wird. Soviel aber dürfen wir heute wohl schon sagen, dass uns jene raschen Todesfälle in der ersten und zweiten Woche des Abdominaltyphus, in denen die

Section nur jene dem Ileotyphus eigenartigen Krankheitsproducte nachweist, dass diese Todesfälle uns viel erklärlicher erscheinen, nachdem die Giftwirkung der Typhusbacillen beim Thiere festgestellt ist.

Auch darauf weisen die bisherigen Arbeiten, speciell die Untersuchungen auf den Gehalt der Organe an Typhusbacillen, wie sie in den Arbeiten von Gaffky, E. Fränkel und Simmonds, Seitz niedergelegt sind, hin, dass es sich wahrscheinlich beim Abdominaltyphus nicht um eine unbegrenzte Vermehrung des Giftes in allen Organen, im Blute u. s. w. wie beim Milzbrande und anderen Krankheiten mit ihren Folgeerscheinungen handelt, vielmehr müssen die Untersuchungen jener Forscher uns den Gedanken nahe legen, dass es sich hier bei dem Typhus ebenso wie bei der Cholera wesentlich um mycotische Erkrankungen des Darmkanales handelt, dass im Darme wesentlich die Reproduction der specifischen Krankheitserreger vor sich geht, dass vom Darme aus die giftigen Secretionsproducte dieser in den Organismus dringen, denen neben den anderen schädigenden Factoren derselbe dann erliegen kann.

Sollte durch Studien nach dieser Richtung hin unsere Annahme von der wesentlichen Giftwirkung der Typhusbacillen auch beim Menschen sich als eine begründete erweisen, dann wird es auch angängig sein das zweite Resultat dieser Arbeit, die Möglichkeit der Immunisirung des Versuchsthieres zu verwerthen und den Gedanken der Schutzimpfung beim Menschen mit Aussicht weiter zu verfolgen. Naheliegend muss es mit Rücksicht auf solche Gedanken sein, die letzterwähnten Versuche des weiteren und in viel grösserem Umfange und auf längere Zeit hin auszubauen, sowie bei weiterer Bestätigung vorzugsweise nachzusehen, ob sterilisirte Culturen, die ja das Typhotoxin oder andere Ptomaine wirksam enthalten, dieselben Resultate, dieselbe Immunität zu erzielen im Stande sind, die wir durch die dritte Versuchsreihe erreicht zu haben glauben. Wäre auch diese Thatsache gewonnen, dann stände dem vorsichtigen Versuche beim Menschen, der Anwendung sterilisirter kleinster dann stetig grösserer Dosen des Typhusgiftes ein begründetes Bedenken wohl nicht mehr entgegen.

[Aus dem allgemeinen Krankenhause zu Hamburg.]

Weitere Untersuchungen über die Aetiologie des Abdominaltyphus.

Von

Dr. Eugen Fraenkel und **Dr. M. Simmonds.**

Seit dem Erscheinen unserer Monographie über die ätiologische Bedeutung des Typhusbacillus sind wir unablässig bemüht gewesen durch neue Beobachtungen theils die in jener Arbeit mitgetheilten Resultate zu stützen und zu erweitern, theils fremde Methoden nachzuprüfen und die hierbei erzielten Erfolge mit den unserigen in Einklang zu bringen, und wenn wir auch heute unsere dahin gerichteten Untersuchungen noch keineswegs als abgeschlossen betrachten, so scheint es uns doch mit Rücksicht auf zwei kürzlich in dieser Zeitschrift publicirte wichtige Arbeiten rathsam, schon jetzt über unsere weiteren Beobachtungen zu berichten.

Die ausgedehnte Typhusepidemie, die hier auch im Laufe des letzten Jahres in gleicher Intensität angehalten hat, bot uns oft genug Gelegenheit unsere Untersuchungen am Sectionstisch fortzusetzen und wir dürfen gleich vorausschicken, dass wir auch heute in vollständiger Uebereinstimmung mit dem früher von uns Mitgetheilten stehen. So oft wir auch Culturen aus der Milz von Typhuskranken, die vor vollständiger Reinigung der Darmgeschwüre zu Grunde gegangen waren, anlegten, stets war das Resultat ein positives und so nahmen wir späterhin keinen Anstand diesen Befund als den Ausschlag gebenden zu betrachten in allen Fällen, wo die makroskopische Besichtigung der Unterleibsorgane für die Sicherung der anatomischen Diagnose nicht genügte. Es hat uns hierbei nicht an Fällen gefehlt, in denen die klinische Beobachtung eine andere Diagnose wahrscheinlich machte und auch der anatomische Befund keine absolute Sicherheit bot bis endlich der Bacillenbefund die Frage endgültig löste, es hat nicht an Fällen gefehlt die klinisch als Typhuserkrankungen

imponirt hatten und wo auch die Autopsie keinen sicheren Aufschluss gewährte, wo wiederum das Fehlen der Bacillen in den Milzplatten uns die Entscheidung im negativen Sinne lieferte.

Als Beispiel der ersten Gruppe darf folgender Fall erwähnt werden: Ein vier Jahre altes Kind wurde mit den Erscheinungen hochgradiger Athemnoth im November v. J. auf der chirurgischen Abtheilung aufgenommen und daselbst unmittelbar darauf tracheotomirt, ohne dass indess hierdurch eine Beseitigung der Dyspnoe erzielt wurde. Das Kind ging vielmehr wenige Stunden nach dem Eingriffe unter den Erscheinungen zunehmender Athemstörungen zu Grunde. Bei der am nächsten Tage ausgeführten Section fand sich keine Abnormität in den oberen Luftwegen, dagegen eine beide Unterlappen betreffende totale Atelectase, welche in befriedigender Weise die klinisch beobachtete Athemnoth und den mangelhaften Effect des Luftröhrenschnittes erklärte. Bei Eröffnung der Bauchhöhle fiel die hochgradige Schwellung der Milz- und Mesenterialdrüsen, sowie eine enorme Intumescenz des gesammteu Follikelapparates im Bereiche des ganzen Ileum auf. Mit Rücksicht auf die Häufigkeit dieser Befunde bei den verschiedensten Krankheitszuständen im frühen Kindesalter und bei dem Fehlen jeglicher anamnestischen Anhaltspunkte im vorliegenden Falle hätte auf eine exacte anatomische Diagnose Verzicht geleistet werden müssen, wenn nicht die bacteriologische Prüfung hier Aufschluss geliefert hätte. Es gelang nämlich mit Hülfe des Plattenverfahrens aus der Milz einen Bacillus in Reincultur zu züchten, der sich bei weiterer Prüfung als Typhusbacillus erwies und damit die Deutung des Falles als Abdominaltyphus sicherte.

Umgekehrt lagen die Verhältnisse in folgendem Falle: Das 16jährige Dienstmädchen Minna D., wurde nach 14tägiger Krankheit am 27. October letzten Jahres im allgemeinen Krankenhause aufgenommen und zeigte daselbst bei andauernd hohem nur wenig remittirenden Fiebertypus (im Durchchnitte etwa 40 Grad) Zeichen hochgradiger Benommenheit, Hyperästhesie der Haut, abwechselnd Verstopfung und Durchfälle. Trotzdem eine Vergrösserung der Milz nicht constatirt werden konnte, wurde, zumal derartige Symptome von Seiten des Centralnervensystems im Verlaufe der letztjährigen Epidemie mehrfach zur Beobachtung gekommen waren, die Diagnose auf Typhus gestellt. Unter den Erscheinungen zunehmender Herzinsufficienz ging das Mädchen am 9. November zu Grunde. Die Section ergab eine nicht vergrösserte Milz, Schwellung einiger Peyer'scher Plaques im Bereiche des unteren Theiles des Ileum und auf ein Paar von diesen kleine, oberflächliche Nekrosen bez. Ulcerationen. Das Gehirn zeichnete sich bei dem Fehlen von Herderkrankungen durch beträchtliche Hyperämie in Rinde und Marksubstanz aus. Auch nach dem anatomischen Befunde musste hiernach die Diagnose in suspenso bleiben. Dass

es sich nicht um einen Fall von Abdominaltyphus handelte, durfte aus dem Fehlen des Bacillus in mehreren mit Milzgewebe beschickten Platten geschlossen werden. In Platten aus der Hirnsubstanz wuchsen zwei von uns weiter nicht geprüfte, jedenfalls mit dem Typhusbacillus nicht identische Mikroorganismen.

Bei allen diesen Untersuchungen war für uns das sicherste Kriterium dafür, dass wir in der That Typhusbacillen vor uns hatten, die Wachsthumsform des vom Gelatineimpfstiche auf Kartoffeln übertragenen Spaltpilzes gewesen. Indess so einfach, wie das durchweg in allen diesbezüglichen Arbeiten von Gaffky an bis auf Beumer und Peiper angegeben ist, liegen die Verhältnisse doch nicht. Schon in unserer Monographie hatten wir darauf hingewiesen, dass die Typhusbacillenwucherung auf der gekochten Kartoffelfläche keineswegs immer, wie Gaffky das schildert, das Gefühl einer zusammenhängenden resistenten Haut bildet, dass vielleicht die Art der benutzten Kartoffeln für diese kleine Abweichung verantwortlich zu machen sei und in der That haben Beobachtungen anderer Untersucher unsere Angaben mehrfach bestätigt. Bei weiterem Arbeiten mit dem Typhusbacillus sind uns indess noch andere weit wichtigere Abweichungen aufgefallen, Abweichungen die uns im Anfange bisweilen Zweifel an der Reinheit unserer Culturen erregten. Es ereignete sich bisweilen, wenn wir zahlreiche Kartoffelflächen gleichzeitig von einer Gelatinecultur aus beschickt hatten, dass nach 3 bis 4 Tagen neben anderen normal sich verhaltenden Flächen einzelne Kartoffeln ein ganz eigenes Ansehen boten. Die Oberfläche war mit einem leicht erkennbaren grauen, schmierigen Ueberzug versehen, dessen Grenzen ganz scharf erkennbar waren. Die ganze Kartoffel erschien an den nicht geimpften Stellen bräunlich gefärbt und je länger die Cultur bestand, desto dunkler färbte sich das Parenchym ohne dass hierbei irgend welcher Geruch erkennbar war. Untersuchte man die normal bewachsenen Kartoffelflächen, so fand man stattliche Exemplare von Typhusbacillen, und mit Vorliebe in Scheinfäden angeordnet. Bei der Betrachtung der grauen schmierigen sehr leicht abstreifbaren Cultur der übrigen Kartoffeln imponirte die unendlich grössere Menge der vorhandenen Bacillen, indess waren dieselben in Länge und Dicke so kümmerlich beschaffen, dass unstreitig jeder Beobachter, zumal gar bei Vergleichen des verschiedenartigen Wachsthumsvorganges auf den Kartoffeln, zwei absolut verschiedene Mikroorganismen vor sich zu haben geglaubt hätte. Und doch konnte ein Fehler nicht vorliegen, da eine und dieselbe Gelatinestichcultur in allen derartigen Fällen für die Beschickung der Kartoffelflächen verwendet worden war; und dass in der That ein Fehler nicht vorlag ging daraus hervor, dass bei Uebertragung jener grauen Culturen auf andere Kartoffeln sich wieder eine typisch aus-

sehende unsichtbare Cultur bildete, die mikroskopisch wieder stattliche Bacillen und Scheinfäden zeigte. Mit der Zeit lernten wir dann auch die verschiedenen Kartoffelsorten genauer kennen und vermochten so bisweilen vorher diejenigen zu bestimmen, die unsichtbare und solche die sichtbare Culturen tragen würden und durch wechselseitige Uebertragungen von Culturen einer Kartoffelsorte auf die andere Sorte konnten wir so in einigen Fällen nach Belieben jene Culturen erlangen. Ein Fehler der Technik war damit mit absolutester Sicherheit ausgeschlossen. Es darf wohl hier die Bemerkung eingeflochten werden, dass wir mehrfach bei unseren Thierübertragungsversuchen mit den beiden verschieden aussehenden Culturen getrennt experimentirten, als sich indess hierbei keinerlei Abweichungen in den Resultaten zeigten, nahmen wir von dieser Trennung weiterhin Abstand und es ist daher in unseren späteren Notizen keine Rücksicht mehr auf diese Differenzen der Culturen genommen. Wir haben absichtlich diese auffallenden Abweichungen der Kartoffelcultur besonders hervorgehoben, da gewiss ohne Berücksichtigung dieses Verhaltens vielleicht Mancher zu falschen Schlüssen gekommen sein dürfte. Der Werth der Kartoffelcultur für die Erkenntniss des Typhusbacillus ist damit keineswegs beeinträchtigt, nur geht unser Rath dahin, in allen derartigen Fällen, wo sich eine mit der von uns beschriebenen Cultur übereinstimmende Wachsthumsform zeigt, vor Fällung eines definitiven Urtheiles eine weitere Uebertragung der betreffenden Kartoffelcultur auf mehrere andere Kartoffelflächen vorzunehmen.

Ein paar Bemerkungen verdient eine andere von uns zuerst mit Sicherheit bewiesene biologische Eigenschaft des Typhusbacillus, wir meinen das Fortwachsen des Spaltpilzes in der Leiche. Unsere diesbezüglichen Angaben scheinen zwar von zahlreichen Untersuchern stillschweigend bestätigt worden zu sein, doch fehlt es auch nicht an solchen, die trotz unserer doch ziemlich überzeugenden Versuchsreihen, unseren Angaben gegenüber sich zweifelnd oder doch sehr zurückhaltend äussern. So sagt Carl Fränkel in seinem kürzlich erschienenen Grundriss der Bacteriologie S. 290:

„Um die Bacillen besser zur Anschauung zu bekommen, hat man empfohlen, die Organe von Typhusleichen noch einige Zeit bis zu drei Tagen nach dem Tode ohne weitere Behandlung aufzubewahren, da dann beispielsweise in Milz und Leber, wenn nicht eine Vermehrung, so doch eine weit kräftigere Ausbildung der einzelnen Bacillenhaufen stattfinde. Aber abgesehen davon, dass durch ein solches Verfahren der eigentliche unmittelbare Befund in sehr erheblicher Weise verändert und einer Verwechslung mit nachträglich eingewanderten Fäulnissbacillen Thür und

Thor geöffnet wird, scheint der Erfolg in vielen Fällen ein zweifelhafter zu sein.“ —

Derartige nicht vereinzelt stehende Urtheile können wir uns nur dadurch erklären, dass man unsere Versuche entweder nicht nachgeprüft hat, oder bei Wiederholung derselben die von uns angegebenen Cautelen gänzlich ignorirte. Was soll man dazu sagen, wenn ein von uns geschätzter Bacteriologe sich darüber wundert, dass in Typhusmilzen, die er nach der Section auf Eis gelegt hatte, die Bildung der Colonieen ausblieb; oder wenn in einer anderen Arbeit (Beumer und Peiper) über die Massenhaftigkeit der alles überwuchernden Fäulnisspilze geklagt wird, nachdem das Organ nach der Section in den Brütofen gebracht worden war! Wir beschränken uns diesen Klagen gegenüber auf eine wörtliche Wiedergabe der von uns damals gegebenen Anweisung (p. 16): „Sofort nach der Section wird das Organ in Fliesspapier oder Tücher, die mit starker Sublimatlösung durchtränkt sind, sorgfältig umhüllt und bleibt dann bei hoher Zimmertemperatur (ca. 20° R.) stehen.“ Mit Hülfe dieser Methode ist es auch anderen Collegen in unserem Krankenhause regelmässig geglückt, eine Fortwucherung der Typhusbacillen in der Milz zu constatiren ohne dass das Eindringen von Fäulnisspilzen störend aufgefallen wäre.

In unserer früheren Arbeit hatten wir bereits, gestützt auf die bacteriologische Untersuchung von Fällen, in denen Typhus sich mit Parotitis, Pneumonie,[1] Meningitis, Pleuritis, Rachenphlegmone vergesellschaftet hatte, den Schluss gezogen, dass überhaupt wohl die im Verlauf des Typhus zur Beobachtung gelangenden Complicationen als selbständige, nicht durch den Typhusbacillus bedingte pathologische Veränderungen aufzufassen seien — eine Annahme, die ja nicht allein für die behandelte Infectionskrankheit, sondern überhaupt für alle die jetzt vielfach als Mischinfectionen bezeichneten Erkrankungsformen von Wichtigkeit schien. Wir haben daher auch weiterhin diesem Punkte unsere Aufmerksamkeit geschenkt, insofern als es sich um Complicationen handelte, die von uns noch nicht in das Bereich unserer Untersuchungen gezogen worden waren.

Zunächst galt es die von uns damals zurückgewiesene Angabe von Rheiner, dass die bei Typhuspatienten bisweilen vorkommenden erysipelatösen Erkrankungen durch den Typhusbacillus bedingt seien, an einem

[1] Im Gegensatz zu uns wollen Foà und Bordoni-Ulfreduzzi (ref. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 4) in einem Falle von kroupöser Pneumonie bei Typhus mit Hülfe des Plattenverfahrens nur Typhusbacillen aus dem infiltrirten Lungengewebe gezüchtet haben!

concreten Falle zu prüfen. Gelegenheit hierzu bot uns ein Typhuskranker, der am 25. December letzten Jahres nach dreiwöchentlicher Krankheit starb. In den letzten drei Tagen seines Lebens hatte sich im Bereich des Gesichtes, ohne dass Injectionen oder chirurgische Eingriffe irgendwelcher Art dazu Anlass gegeben hatten, ein rasch fortschreitendes Erysipel ausgebildet. Bei der Autopsie benutzten wir den aus einem an der Grenze des Erysipels angelegten Hautschnitt stammenden Saft zur Anfertigung mehrerer Platten, fanden indess hierbei keine einzige Typhusbacillencolonie, sondern ausschliesslich Herde von langsam in der Gelatine fortwuchernden kurze Ketten bildenden nicht, verflüssigenden Kokken — ein Befund, der vollständig unserer früher ausgesprochenen Erwartung entsprach.

Zwei weitere von uns untersuchte Complicationen betrafen einen eitrigen Mittelohrcatarrh, der bei einem in der dritten Woche stehenden Kranken aufgetreten war und einen periostalen Abscess am Radius bei einer Dame, die bereits in voller Reconvalescenz in der fünften Woche stand. Im ersten Falle fanden sich im mikroskopischen Präparat vorwiegend Kokken, indess auch einzelne Stäbe, in zwei aus dem Eiter angefertigten Platten hingegen eine Reincultur des gelben Eitercoccus — ein Beweis, dass auch hier der Typhusbacillus nicht die Noxe bildete. Im anderen Falle fanden sich bei der mikroskopischen Untersuchung des Eiters keine Mikroorganismen, in den mit Eiter beschickten Platten hingegen gelang es uns zwei der Zahl nach in gleicher Menge zur Entwicklung gelangte auf der Gelatine unter Erzeugung von Fötor gewachsene Bacterienformen zu trennen, welche sich bei weiterer Prüfung auf andern Nährböden, spec. Kartoffeln, als gleichfalls verschieden vom Typhusbacillus herausstellte.

In einer grossen Zahl von Fällen war es uns endlich möglich, unsere Aufmerksamkeit jenen im Bereich des Pharynx und Kehlkopfs sich abspielenden Erkrankungen zuzuwenden, welche theils als einfach entzündliche, theils als mit Nekrose des Oberflächenepithels, bez. der eigentlichen Mucosa einhergehende, theils endlich mit Ulcerationsbildung verbundene Processe bekannt sind und den weichen Gaumen, die hintere Rachenwand, die Epiglotis an Rändern und hinterer Fläche, die falschen und wahren Stimmbänder und namentlich auch die Schleimhaut des Giessbeckenknorpel betreffen.

Indem wir hinsichtlich der klinischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten der eben erwähnten Zustände auf die Arbeiten von Eppinger,[1]

[1] Siehe Klebs' *Pathologische Anatomie* und E. Wagner, *Deutsches Archiv für klinische Medicin.* Bd. XXXVII. Hft. 3 u. 4.

sowie auf einen von uns am 14. Dec. v. J. im hiesigen ärztlichen Verein gehaltenen Vortrag verweisen, beschränken wir uns hier darauf zu constatiren, dass es uns nicht ein einziges Mal gelungen ist, weder mittelst des Mikroskops, noch mit Hülfe des Culturverfahrens als den angeführten Veränderungen zu Grunde liegendes ätiologischos Moment den Typhusbacillus nachzuweisen. Vielmehr trafen wir schon in Deckglaspräparaten, welche wir durch Verreiben von Gewebspartikelchen oder Exsudatmassen aus einer oder der andern der oben angeführten Oertlichkeiten hergestellt hatten, regelmässig in Häufchen oder verschieden langen Kettchen zusammenliegende Kokken-Massen, denen gegenüber die im Gesichtsfeld vorhandenen Stäbe der Zahl nach wesentlich zurücktraten. An Schnitten liess sich ein Eindringen nur der die Oberfläche als dichte Rasen bedeckenden Kokken-Anhäufungen in die Tiefe der Mucosa und an knorpelhaltigen Theilen bis auf das Perichondrium bez. zwischen dieses und Knorpelzellen verfolgen, während die spärlichen Bacillen auf die Oberfläche beschränkt blieben.

Die Nichtidentität dieser Stäbchen mit Typhusbacillen wurde sowohl durch ihr tinctorielles Verhalten — sie liessen sich nach der Gram'schen Methode sehr schön färben — als durch die Unmöglichkeit, sie auf der gewöhnlichen Fleisch-Pepton-Gelatine zu züchten, auf's bestimmteste bewiesen. Die Kokken endlich wurden in allen jenen Fällen, wo wir eine gleichzeitige Prüfung mit dem Plattenverfahren angestellt hatten, als der Rosenbach'sche gelbe Eitercoccus recognoscirt.

Dieser Nachweis des gelben Eitercoccus in den Ulcerationen des Rachens und Kehlkopfs bietet auch noch insofern Interesse, als er auf die Pathogenese gewisser in der Umgebung der Mundhöhle sich abspielender Processe neues Licht wirft. Denselben Mikroorganismus, den wir in unserer früheren Arbeit für die Parotitis, in unserer heutigen für die Ohreneiterung verantwortlich gemacht haben, denselben finden wir in grosser Häufigkeit in Ulcerationen der Rachenhöhle — damit wäre eine wichtige Stütze für die alte Annahme geliefert, dass die im Verlauf des Abdominaltyphus in Ohrspeicheldrüse und Mittelohr vorkommenden entzündlichen Affectionen als von der Mundhöhle aus durch Tuba und Ductus Stenonianus verschleppte anzusehen seien.

Zum Schlusse dieser Untersuchungen an Typhusleichen sei endlich noch bemerkt, dass wir zweimal Gelegenheit hatten die von typhuskranken Frauen stammenden Früchte der bacteriologischen Untersuchung zu unterziehen. Im ersten Falle handelte es sich um ein 18jähriges Mädchen[1]

[1] Die Autopsie der in beiden Fällen wenige Tage post abortum verstorbenen Mütter bestätigte die Diagnose Typhus.

mit exquisiten Typhussymptomen der zweiten Krankheitswoche, welche eine ca. 4 monatliche Frucht gebar. Aus der Milz der letzteren, sowie auch aus der normal aussehenden Placenta wurden Partikelchen zur Plattenuntersuchung verwendet — beide Platten blieben steril. Der zweite Fall betraf eine in der dritten Krankheitswoche befindliche Frau, welche einen etwa fünf Monate alten Fötus abortirte. Die bacteriologische Untersuchung der Milz mit Hülfe des Plattenverfahrens ergab hier ebenfalls ein negatives Resultat

Unsere Befunde stehen somit in Widerspruch mit den gegentheiligen von Reher und Neuhaus, welche in der Milz und denen von Widal und Chantemesse (Lancet 1887, Jan. 15, p. 141), welche in der Placenta je eines von typhuskranken Frauen stammenden Fötus Typhusbacillen nachgewiesen zu haben angeben. Die Frage nach der Durchgängigkeit der Placenta für den Typhusbacillus muss demnach zuvörderst noch als unentschieden angesehen werden, bis weitere auf den Gegenstand gerichtete Untersuchungen wenn möglich unter Zuhülfenahme des Thierexperiments eine bestimmte Antwort zu geben gestatten.

Bekanntlich haben ja die dem Studium des Uebergangs parasitärer Mikroorganismen von der Mutter auf den Fötus gewidmeten Thierversuche zu einander völlig widersprechenden Resultaten geführt, insofern namentlich Koubassof[1] die Infection des Fötus seitens der Mutter als etwas Gewöhnliches darstellt, während M. Wolf[2] bei seinen Experimenten zu dem Schluss gelangt, dass gewöhnlich ein Uebergang der bei den Versuchen verwendeten Bacterien auf den Fötus nicht stattfindet und dass es besonderer Verhältnisse bedürfe, welche eine solche ermöglichen. Welcher Art diese freilich sind, darüber fehlt es uns bisher an sicheren Vorstellungen und wir möchten im Gegensatz zu Koubassof, gestützt auf die bei der Syphilis bekannten Thatsachen und in Anlehnung an die durch Wyssokowitsch[3] hinsichtlich der Ausscheidungsbedingungen von Mikroorganismen durch die Nieren, den Darm und die Brustdrüse experimentell erhobenen Befunde vermuthungsweise und mit aller Reserve der Ansicht Ausdruck verleihen, dass gerade durch die Existenz pathologischer Veränderungen des Placentargewebes Zustände geschaffen werden, welche den Uebertritt von Mikroorganismen von der Mutter auf den Fötus gestatten.

Unsere bereits in der ersten Arbeit mitgetheilten Versuche aus dem Blute von Typhus-Kranken den Bacillus zu züchten sind auch weiterhin gescheitert, obwohl wir uns beeilten nach den Mittheilungen von Neuhaus die von jenem mit Erfolg benutzte Methode nachzuahmen. Bei fünf am 11. bis 15. Krankheitstage stehenden Patienten entnahmen wir

[1] Vgl. Kroner, *Breslauer ärztliche Zeitschrift.* 1886. Nr. 11 und 12.

[2] Virchow's *Archiv.* Bd. CV. Hft. 1.

[3] *Zeitschrift für Hygiene.* Bd. I. Hft. 1.

aus gut ausgebildeten frischen Roseolen etwas Blut, um damit 4 bis 6 Reagensgläser zu beschicken. Indess der erwartete Erfolg blieb, trotz minutiösen Befolgens der von Neuhaus angegebenen Vorschriften aus. So interessant daher auch die Befunde von Neuhaus für die Pathologie des Abdominaltyphus sind, einen praktischen Werth für die klinische Erkenntniss der Krankheit können wir ihnen nicht beimessen, denn eine Untersuchungsmethode, die in so grosser Häufigkeit ein unbrauchbares Resultat liefert, darf unmöglich dem Arzte zur Diagnose empfohlen werden.

Neben allen diesen Untersuchungen am Sectionstisch und Krankenbett war unser Hauptaugenmerk der Fortführung unserer Uebertragungsversuche des Typhusbacillus auf Thiere zugewandt. Schon bald nach der Publikation unserer Monographie erschienen mehrere bestätigende Angaben, und im Laufe des Jahres wuchs die Zahl der betreffenden Arbeiten noch um ein beträchtliches — Neuhaus, A. Fraenkel, Seitz, Fodor, Lepidi-Chioti e Blasi, sie alle kamen gleich uns zu dem Resultat, dass in der That die Typhusbacillen für gewisse Thierarten pathogene Eigenschaften besässen. Erst die letzten Wochen brachten uns dann ein Paar Aufsätze, in welchen man auf Grund weiterer Untersuchungen über die angeregte Frage zu Resultaten gelangt war, die scheinbar in absolutem Widerspruch zu den unsrigen standen. Es musste das um so mehr auffallen, da unsere thatsächlichen Angaben auch in diesen Arbeiten in allen wichtigeren Punkten in vollem Umfang bestätigt werden konnten — nur um einen scheinbaren Widerspruch konnte es sich also handeln, einen Widerspruch bedingt durch die verschiedenartige Auffassung einer allgemeinen pathologischen Frage, des Begriffes der Pathogenität.

Die erste der betreffenden Arbeiten, von W. Sirotinin[1] verfasst, stammt aus dem hygienischen Institut zu Göttingen und liefert in der That eine wesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse über den Typhusbacillus. Sirotinin hatte sich die Frage gestellt, ob die Wirkung der Bacillenaufschwemmungen bei Uebertragungsversuchen auf die Thiere an das Vorhandensein lebender Typhusbacillen gebunden sei oder ob dieselbe nur durch die Anwesenheit von Ptomainen bedingt sei, welche bei der Wucherung der betreffenden Mikroorganismen sich gebildet hatten. Zweitens hatte er dann die Frage aufgeworfen, ob eine erhebliche Vermehrung der Typhusbacillen im Thierkörper nachgewiesen werden könne.

Zur Ermittlung des ersten Punktes hatte sich Sirotinin einer durch ihre Einfachheit ausgezeichneten und, wie wir meinen, auch einwandsfreien Methode bedient, die bereits von Cantani bei Versuchen mit dem Kommabacillus in Anwendung gezogen war. Er sterilisirte durch Kochen die Bacterienaufschwemmungen und konnte so mit einer Flüssigkeit mani-

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 465.

puliren, die zwar keine lebenden Bacillen wohl aber die von ihnen gelieferte giftige Substanz enthielt. Bei intravenöser, intraperitonäaler und subcutaner Injection derartiger von Kartoffeln, Nähr-Agar und Nähr-Gelatine stammender sterilisirter Culturen, sowie auch bei Injection derselben per os gelang es ihm nun, dieselben Krankheitserscheinungen bei Mäusen, Kaninchen, Meerschweinchen und Hunden hervorzurufen, wie bei Einführung nichtsterilisirter Culturen und er kommt daher zu dem Schluss, „dass in den Typhusculturen eine beträchtliche Dosis wirksamer Ptomaine vorhanden ist und dass die aus der Injection resultirenden Krankheitssymptome und Todesfälle vollauf auch aus einer Intoxication durch diese Giftmenge erklärt werden könne."

Im Wesentlichen stimmen auch wir mit diesem Satze überein, ja wir haben auch vor der Mittheilung der Sirotinin'schen Arbeit keinen Augenblick daran gezweifelt, dass jene Bacillen nicht etwa durch ihre physikalischen sondern eben nur durch ihre chemischen Eigenschaften die geschilderte Wirkung auszuführen im Stande waren. Hatte doch schon Koch für den Cholerabacillus diese Anschauung, die auch von den verschiedensten Seiten getheilt wurde, ausgesprochen. Neu war uns nur die Thatsache, dass das Kochen der Flüssigkeiten jenes Gift nicht zerstörte und wir hatten daher bereits im Herbst, nachdem uns durch eine Mittheilnng von Hrn. Prof. Flügge an Hrn. Director Curschmann von den im Göttinger Laboratorium ausgeführten Experimenten Kenntniss geworden war, angefangen, jene Methode ebenfalls zu prüfen. Im Folgenden theilen wir die Resultate unserer diesbezüglichen Untersuchungen mit.

In erster Linie hatten wir auch diesmal wieder mit Kartoffelculturen gearbeitet. Von zehn Mäusen, denen wir zwei bis fünf Theilstriche einer mit gekochter Kartoffelculturaufschwemmung gefüllten Pravaz-Spritze injicirt hatten, blieb keine am Leben, und auch von den mit denselben Quantitäten ungekochter Culturaufschwemmung behandelten acht Thieren starben alle. Sämmtlich zeigten sie die nämlichen krankhaften Symptome, sämmtlich gingen sie nach einigen bis 24 Stunden unter den früher geschilderten Erscheinungen zu Grunde und der makroskopische Befund bei der Antopsie war, abgesehen von ziemlich erheblichen Abweichungen, in den Grösseverhältnissen der Milz derselbe. Dass wir bei der bacteriologischen Untersuchung des Milzgewebes mit Hülfe des Plattenverfahrens in der Reihe von Versuchen mit sterilisirten Culturen stets negative bei der mit ungekochten Lösungen positive Resultate erhielten, war natürlich vorauszusetzen, um so auffallender war hingegen eine andere, für die ganze Frage bedeutungsvolle Thatsache. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Streifpräparaten aus der Milz von Thieren, die mit sterilisirter Lösung traktirt waren, fanden wir in keinem Falle mit Sicherheit

einen als Typhusbacillus anzusprechenden Mikroorganismus, während bei den mit ungekochter Lösung inficirten Mäusen regelmässig und meist in sehr grossen Mengen die Stäbe sich in Milzstreifpräparaten fanden. Zuerst glaubten wir, dass vielleicht durch das starke Kochen die morphologischen und tinctoriellen Eigenschaften der Bacillen verändert sein möchten, indess mehrere Proben zeigten, dass sich die gekochten Stäbe, was Umfang, Ausdehnung und Färbbarkeit betrifft, in keiner Weise vom ungekochten Bacillus unterschieden. Dann dachten wir daran, dass vielleicht die wenigen zwischen Tod und Section liegenden Stunden für den enormen Mengenunterschied der in der Milz vorhandenen Mikroorganismen verantwortlich zu machen seien, indess als wir nunmehr die Thiere sofort nach dem Tode, um eine postmortale Vermehrung zu verhüten, auf Eis legen liessen, als wir bei mehreren Thieren unmittelbar nach dem spontan oder durch Schlag erfolgten Tode Streifpräparate aus der noch warmen Milz anfertigten, fanden wir abermals zahlreiche Stäbe im Deckglaspräparat und es wurde uns hierdurch bewiesen, dass keineswegs die von uns supponirten Bedingungen das Resultat beeinflussten. Es war damit eine neue von Sirotinin nicht hervorgehobene Thatsache festgestellt, der man verschiedene Deutungen geben konnte. Entweder jene massenhaft in der Milz vorhandenen Bacillen rührten von einer Vermehrung der in die Milz gelangenden lebenden Typhusstäbe her oder die in die Peritonäalhöhle eingeführten todten Bacillen waren auf dem Wege durch Lymphbahnen und Blutstrom aufgelöst worden, und es gelangten so wenig Exemplare unversehrt in die Milz, dass ihr Nachweis daselbst nicht mehr möglich war, oder endlich, man musste beide Deutungsweisen neben einander zulassen. Die eine Annahme der Zerstörung jener eingespritzten abgestorbenen Stäbe in Lymph- und Blutstrom scheint uns nach den angeführten Beobachtungen wohl kaum von der Hand zu weisen, inwieweit die zweite Annahme von der Vermehrung der Typhusstäbe im Thierorganismus seine Berechtigung hat, soll weiter unten an der Hand anderer Versuche erörtert werden.

Bei unseren Versuchen an Meerschweinchen waren die Resultate auch diesmal weit unsicherer als bei den Mäusen. Von acht Thieren, denen wir je eine Pravazspritze gekochter Kartoffelcultur ins Peritoneum injicirt hatten, ging nur eines unter den bekannten Symptomen ein.

Auch bei den Experimenten an Kaninchen waren die Erfolge wiederum weniger constant als bei Mäusen. Von sechs Kaninchen, denen wir je eine bis zwei Pravazspritzen einer gekochten Kartoffelculturaufschwemmung in die Bauchhöhle injicirt hatten, starb nur eines und schon drei Stunden nach der Injection. Der Befund bei der Autopsie war hier sowohl, was das makroskopische wie mikroskopische Verhalten der Organe

betraf, ein völlig negativer. Es fehlte die Schwellung der Milz und des Darmfollikelapparats, es fehlte der Nachweis der Bacillen in der Milz.

Von elf Kaninchen, denen wir 1 bis $1^1/_4$ ccm gekochter Kartoffelculturaufschwemmung in die Ohrvene injicirt hatten, starben vier. Eines von diesen ging freilich erst nach acht Tagen ein, nachdem es sich Anfangs ganz wohl befunden hatte und da sich bei diesem Thiere eine totale Gangrän des Wurmfortsatzes fand, ist es fraglich, inwiefern der Tod mit unserem Experiment in Zusammenhang zu bringen ist. In den drei anderen Fällen fand sich eine mässige Schwellung der Milz und des Darmfollikelapparats, dagegen fehlte im Gegensatz zu den bei uns sonst notirten Befunden, die frische Schwellung der Achsel- und Inguinaldrüsen. Platten, die mit Milzgeweben beschickt waren, blieben, wie das nicht anders zu erwarten war, steril. Weder in Streifpräparaten aus der Milz noch in Schnitten liessen sich die Stäbchen nachweisen.

In drei Fällen machten wir auch Reinfectionsversuche mit gekochten Aufschwemmungen. Beim ersten Thier, dem wir bereits am 24. October eine Pravazspritze gekochter Kartoffelaufschwemmung in die Vene injicirt hatten, spritzen wir am 7. November nun dieselbe Quantität ungekochter Lösung ein. Das Thier war ein paar Tage krank, erholte sich dann aber vollständig wieder. Von zwei Kaninchen hingegen, denen wir erst am 13. November und sodann am 19. November wieder jedesmal etwa $1^1/_2$ ccm gekochter Kartoffelculturaufschwemmung in die Ohrvene gespritzt hatten, starb eines unter den beschriebenen Symptomen.

Wir dürfen endlich nicht unerwähnt lassen, dass wir bei Mäusen mehrfach Versuche mit gekochten Kartoffelculturen unter Zusatz von Alkalien und Säuren anstellten, in der Voraussetzung, dass es auch hier — wie ja bei dem Gifte der Miessmuscheln — gelingen möchte durch diese Beimengung das Gift unschädlich zu machen, indess unsere dahin gerichteten Bemühungen scheiterten sämmtlich.

Nach diesen Uebertragungsversuchen von gekochten Kartoffelculturaufschwemmungen auf Mäuse und Kaninchen mussten wir in der That der Angabe Sirotinin's beipflichten, dass sich bei der Wucherung des Typhusbacillus auf Kartoffeln eine toxische Substanz bilde, welche unabhängig von dem Vorhandensein lebender Stäbchen, krankmachende Eigenschaften besitzt.

Es musste nun aber weiterhin die Frage aufgeworfen werden, ob dieses Gift, von dem wir voraussetzten, dass es unter dem Einfluss der Typhusbacillen sich im menschlichen Körper bildete, von dem wir jetzt wussten, dass es auf Kartoffeln, auf Nähragar und Nährgelatine entstände, ob dieses Gift auch auf anderen Nährböden in gleicher Intensität sich entwickelte. Gelang es, einen Nährboden zu finden, auf dem sich das Gift, sei es in geringerer Menge oder in schwächerer Form bildete, so war

ja vielleicht damit die Möglichkeit gegeben, mit Aufschwemmungen zu arbeiten, die zwar viele Bacillen aber wenig Gift enthielten, es war also vielleicht eine Flüssigkeit zu erlangen, die die toxische Substanz in so geringer Menge enthielt, dass sie zur Tödtung der Thiere nicht genügte, wenn nicht in der Lösung vorhandene lebende Bacillen eine weitere Bildung des Giftes im Thierkörper ermöglichten.

Einen derartigen Nährboden zu erlangen, ist uns nicht geglückt, wenn auch immerhin die mit Bouilloncultureu erzielten Resulsate sich jenem Ziele mehr nähern. Die diesbezüglichen Versuche stellten wir mit Bouilloncultureu (Bouillon ohne Zusatz von Pepton und Kochsalz) an, die drei bis vierzehn Tage im d'Arsonval bei ca. 36° C. gestanden hatten. Stets benutzten wir einen Theil der Flüssigkeit nach vorheriger Sterilisation, den anderen ungekocht. Stets waren die Gläser vorher energisch geschüttelt worden, um eine gleichartige Vermischung der corpusculären Elemente zu ermöglichen. Von dieser Lösung wurde nun je $^1/_2$ Pravazspitze 22 Mäusen in gekochtem, 22 in ungekochtem Zustande in die Bauchhöhle injicirt. Von den ersteren blieben 21, von den letzteren dagegen nur 14 am Leben. Bei der Section der eingegangenen Thiere war der makroskopische Befund stets derselbe, bei der einen mit gekochter Lösung behandelten fanden sich wiederum keine Stäbe in der Milz, während bei den acht mit ungekochter Aufschwemmung inficirten sich meistens massenhaft Bacillen in demselben Organ fanden.

So verlockend es nun auch wäre, hieraus den Schluss ziehen zu wollen, dass bei den mit ungekochter Bouilloncultur inficirten Thieren die Bildung des Giftes im Thierkörper weiter stattgefunden habe und dass deshalb die Resultate hier deutlicher sichtbar waren als bei den mit sterilisirten Culturen behandelten, so wollen wir doch mit Rücksicht auf die noch geringe Zahl der Versuche uns vorläufig eines Urtheils enthalten, zumal da ja auch der Einwand sich nicht abweisen lässt, dass vielleicht das in den Bouilloncultureu sich bildende Gift weniger resistent sei, als das auf den Kartoffelflächen producirte und durch Kochen grösstentheils oder ganz zerstört werde. Weitere und sehr zahlreiche Versuche werden erst eine definitive Entscheidung liefern. Interessant wird es auch weiterhin sein zu erfahren, wie sich in dieser Beziehung die Typhusculturen auf Milch und anderen Nährflüssigkeiten verhalten.

Die zweite von Sirotinin gestellte Frage ging dahin, ob eine Vermehrung injicirter Typhusbacillen im Thierkörper stattfände. Diese Frage, die wir in unserer Monographie offen gelassen hatten, beantwortet er vorsichtiger Weise dahin, dass eine erhebliche Vermehrung im Körper der Versuchsthiere nicht nachgewiesen werden könne.

Zunächst führt Sirotinin eine Reihe von Versuchen an, in denen

er wenige Minuten bis 68 Stunden nach der intravenösen Injection von Typhusbacillen bei Kaninchen die im Blut enthaltene Menge der Bacillen bestimmte und fand hierbei, dass schon nach etwa fünf Stunden in der Regel keine Stäbchen im Blute mehr nachweisbar waren, ein Befund, der indess nicht zu sehr hervorgehoben zu werden verdient, da ja nach unseren Erfahrungen die Untersuchung des Blutes von Typhuskranken und aus Typhusleichen, selbst bei Entnahme grosser Blutquantitäten meist ein negatives Resultat liefert. Brauchbarer sind dagegen Sirotinin's Versuche, in denen die in Organen nachweisbaren Bacillenmengen bestimmt wurden, indess die Zahl der mitgetheilten Experimente ist hier zu gering — vier Thiere starben nach der Injection, vier wurden getödtet — und auch die Resultate sind zu inconstant, als dass sie allein zu einem Schluss berechtigen. Ganz auffallend und unseren Erfahrungen vollständig widersprechend ist die Angabe Sirotinin's, dass in dem einen Falle (No. 15), wo ein Kaninchen 12 Stunden nach erfolgter Injection starb, mit Hülfe des Plattenverfahrens keine Bacillen in den Organen sich nachweisen liessen. In zwei anderen Fällen, wo die Thiere nach 24 bezw. 63 Stunden getödtet wurden, blieben nach Sirotinin's Angaben die aus Leber und Milz angefertigten Platten ebenfalls steril.

Bei dieser Lage der Dinge schien es uns rathsam, aufs Neue die Beantwortung der angeregten Frage zu versuchen. In einer ersten Versuchsreihe gingen wir folgendermaassen vor. Am 16. Januar Morgens 8 Uhr injicirten wir acht Mäusen je drei Theilstriche einer mit ungekochter dünner Kartoffelculturaufschwemmung gefüllten Pravazspritze. Die Thiere starben oder wurden getödtet 2 — 3 — 4 — 5 — 7 — 9 — 10 Stunden nach der Injection und dann sofort nach dem Tode auf Eis gelegt. Am folgenden Tage legten wir gleichzeitig von allen acht Thieren Platten an, die je mit einer kleinsten Oese Milzpulpa beschickt waren. Nach drei Tagen versuchten wir mit Hülfe des Zählapparats die Menge der entwickelten Typhuscolonieen zu zählen, indess in allen Platten, in der ersten genau so zahlreich wie in der letzten war die Zahl der entwickelten Keime eine so grosse, dass an eine numerische Bestimmung derselben nicht zu denken war.

Das zweite Mal operirten wir mit einer möglichst verdünnten Kartoffelaufculturschwemmung, von der je zwei Theilstriche sechs Mäusen am 21. Januar Nachmittags 3 Uhr injicirt wurden. Eine Maus starb nach etwa 24 Stunden, die übrigen, mehr oder weniger sämmtlich erkrankten Thiere wurden in verschiedenen Intervallen getödtet und alle sofort nach dem Tode auf Eis gelegt. Am 25. wurden dann gleichzeitig von allen sechs Mäusen Platten angelegt, die wiederum mit einer minimalen Oese Milzpulpa beschickt waren. Hier gestalteten sich die Resultate folgendermassen. Es wuchsen auf der Platte von:

Maus 1	getödtet	6	Stunden	post	inject.	15	Keime
Maus 2	„	17	„	„	„	10	„
Maus 3	gestorben	24	„	„	„	250	„
Maus 4	getödtet	41	„	„	„	18	„
Maus 5	„	46	„	„	„	24	„
Maus 6	„	65	„	„	„	46	„

Wenn auch diese Versuchsreihe uns keine bestimmte Lösung der gestellten Frage lieferte, so waren die Resultate doch in anderer Beziehung interessant. Bei den Mäusen 1, 2, 4, 5, 6, bei denen die injicirte Culturmenge zur Tödtung der Thiere wahrscheinlich nicht genügte, fand sich zwar keine erhebliche Vermehrung der Typhuskeime, indess wie auch in der ersten Versuchsreihe konnte umgekehrt eine Verminderung der Keime innerhalb der bis zum Tode verflossenen Frist, diesmal bis 65 Stunden betragend, nicht nachgewiesen werden — ein Resultat, das dem Sirotinin's nicht entspricht. Bei jener Maus 2 hingegen, bei der die quantitativ und qualitativ vollständig mit der bei den übrigen Versuchsthieren benutzten Injectionsflüssigkeit übereinstimmende Bacterienaufschwemmung aus unbekannten individuellen Gründen zur Tödtung des Thieres genügte, bei dieser einen Maus allein finden wir eine bedeutend grössere Anzahl von Typhusstäben in der Milz. Wollte man hieraus und aus den übrigen Beobachtungen den Schluss ziehen, dass in jenen Fällen, wo die injicirte Aufschwemmung zur Tödtung der Thiere nicht ausreicht, der Organismus widerstandsfähig genug bleibt, um eine Vermehrung der Bacillen hintanzuhalten und eine allmähliche Vernichtung zu erzielen, während umgekehrt in den Fällen, wo reichlich Bacillen injicirt werden, eine Fortwucherung derselben stattfindet (wie bei Maus 3), so liesse sich hiergegen vom theoretischen Standpunkte aus nichts einwenden, setzen wir doch auch bei anderen menschlichen Infectionskrankheiten voraus, dass erst bei Uebertragung einer gewissen Quantität Infectionsstoffes die Erkrankung erfolgt. Indess, so verlockend auch ein derartiger Ausweg erscheint, wollen wir auch jetzt noch mit derselben Antwort uns bescheiden, die wir bereits in unserer Monographie gegeben hatten, dass eben weder in der einen noch anderen Richtung bis jetzt eine sichere Entscheidung möglich ist. Keineswegs geben wir dabei die Hoffnung auf, dass es uns bei weiterer Fortsetzung und Variation dieser Versuche gelingen möge, endlich eine exacte Lösung zu finden. So wenig wir aber uns selbst im Anschluss an unsere Versuchsresultate zu einem Urtheil berechtigt glauben, so wenig können wir bisher auch den anderen Untersuchern auf Grund ihrer noch unsichereren Resultate das Recht einräumen in dieser Frage das letzte Wort zu sprechen.

Unser Standpunkt der Arbeit Sirotinin's gegenüber wäre demnach

folgender: Wir schliessen uns auf Grund seiner und unserer eigenen Untersuchungen der von ihm zuerst ausgesprochenen Ansicht an, dass sich beim Wachsthum des Typhusbacillus auf gewissen Nährböden eine toxische Substanz bildet, die unabhängig von der Anwesenheit lebender Stäbe eine krankmachende und in genügender Dosis injicirt, tödtliche Wirkung auf die benutzten Thierarten auszuüben vermag. Hingegen können wir den zweiten Satz, dass eine erhebliche Vermehrung der Typhusbacillen im Thierkörper nicht stattfinde, noch nicht als bewiesen erachten, wenn es uns auch vor der Hand fern liegt, das Gegentheil zu behaupten oder selbst nur vermuthungsweise anzunehmen. Trotz dieser entgegenstehenden Anschauung können wir nicht umhin nochmals unsere Anerkennung auszusprechen für die in jener Arbeit gelieferte Bereicherung unserer Kenntnisse in der Typhusaetiologie, vor Allem aber auch für die Kritik und Vorsicht, mit welcher der Verfasser bei Beurtheilung eigener und fremder Beobachtungen vorgegangen ist.

Nicht so rückhaltloses Lob dürfen wir der zweiten Arbeit — der von Beumer und Peiper — spenden, deren Besprechung wir uns nunmehr zuwenden. Wenn auch ihre Experimente im Ganzen dieselben Resultate wie die unsrigen lieferten, so fehlt es doch nicht an kleinen Abweichungen, die wir hier hervorheben müssen.

Zuvörderst ist es unverständlich, dass die genannten Autoren (l. c. S. 502) von der Gegenwart von Typhusbacillen „in der peritonäalen Flüssigkeit“ bei Mäusen sprechen, nachdem sie kurz vorher ausdrücklich hervorgehoben haben, „von den vor wenigen Stunden injicirten und im Verhältniss zur Grösse des Thierkörpers doch grossen Mengen der Aufschwemmung war makroskopisch in der Bauchhöhle nichts mehr zu bemerken“. Wir haben weder bei unseren früheren, noch bei unseren gegenwärtigen Versuchen nach intraperitonäalen Injectionen bei Mäusen, peritonäale Flüssigkeit nachzuweisen vermocht. Auf der anderen Seite waren Beumer und Peiper nur ausnahmsweise im Stande die von uns betonte, schon bei Besichtigung des Darms von aussen auffallende Schwellung des Peyer'schen Plaques bei Mäusen festzustellen, während uns auch bei Fortsetzung unserer Versuche dieser Nachweis fast regelmässig und mühelos gelang.

Ausser an Mäusen haben Beumer und Peiper gleich uns auch an Kaninchen und Meerschweinchen experimentirt und bei beiden Thierarten sowohl durch intraperitonäale als durch intravenöse Einverleibung von Culturaufschwemmungen bei den Thieren schwere oft den Tod der Versuchsthiere herbeiführende Krankheitserscheinungen producirt. Als durchaus unbewiesen müssen wir es aber bezeichnen, wenn Beumer und Peiper von diesen Krankheitserscheinungen (welche sich mit den von

uns beschriebenen vollkommen decken) behaupten (S. 512), dass sie jenen gleichen, wie sie die Einverleibung grösserer Bacillenmengen überhaupt mit sich bringt; denn nach dieser Aeusserung müsste man glauben, dass alle Bacterienarten, wenn dieselben nur in genügender Quantität, bez. in einer solchen Menge, wie sie bei den Versuchen mit dem Typhusbacillus zur Anwendung kamen, in den Thierkörper gelangen, Krankheitserscheinungen auslösen, speciell solche, wie sie von uns zuerst und nachher von einer Reihe anderer Autoren, darunter auch Beumer und Peiper, für den Typhusbacillus festgestellt worden sind.

Dass dem aber keineswegs so ist, wird jeder wissen, welcher von der Zahl der einem bei bacteriologischen Arbeiten zur Beobachtung kommenden Spaltpilzarten nur einzelne in ihrem Verhalten gegenüber dem Thierkörper geprüft hat; er wird sich dann überzeugen, dass man in der That von gewissen Bacterienarten die grössten Quantitäten in Peritonäalhöhle und Blutbahn importiren kann, ohne die Versuchsthiere auch nur im geringsten zu schädigen.

Gelegentlich der Analyse der anatomischen Befunde an Meerschweinchen und Kaninchen machen Beumer und Peiper darauf aufmerksam (S. 513), „dass bei der Einverleibung des Gifts in die Bauchhöhle die Vergrösserung (der Milz) erheblicher war als bei den Injectionen in die Blutbahn“ und dass sich „in denjenigen Fällen, in welchen die Kaninchen sowie die Meerschweinchen von der Bauchhöhle aus inficirt wurden, im Gewebe der Milz durchgehends sehr zahlreiche Bacillen und Herde derselben fanden, während bei der Injection direct in die Blutbahn ihr Vorkommen meist ein spärliches war“. Wir sind weder in der Lage die Thatsache an sich bestätigen zu können, noch auch uns der Deutung anzuschliessen, welche Beumer und Peiper ihren Befunden geben; sie stellen nämlich die anatomische Hypothese auf, der zufolge „überall auf den Flächen des Bauchfells Stomata der Lymphgefässe liegen, nicht allein wie das .... bewiesen ist für das Diaphragma, sondern auch bei allen Organen der Bauchhöhle und dass durch diese Stomata die Typhusbacillen aufgenommen sind und direct mit Umgehung des Blutgefässsystems in das Innere der Milz, Leber u. s. w. gelangen“. Solange der exacte Beweis für das Vorhandensein dieser Stomata an der freien Fläche von Leber und Milz nicht erbracht ist, ist eine Berufung auf solche auch sehr misslich, wir bedürfen derselben aber auch gar nicht, weil wir, wie bereits erwähnt, durch die Art der Einverleibung bedingte Unterschiede in der Zahl der in den genannten Organen vorhandenen Bacillen, speciell in der Milz, bei Prüfung mit dem Plattenverfahren nicht beobachtet haben und weil es als eine wohl allgemein anerkannte Thatsache hingestellt werden darf, dass namentlich pathogene Spaltpilzarten auch Prädi-

lectionsstellen haben, an welchen sie sich ansiedeln und dass keineswegs eine gleichmässige Vertheilung derselben über alle Organe des Körpers, bez. auch nur einer Körperhöhle stattfindet.

Endlich dürfte aber gegen die Richtigkeit einer derartigen Annahme, dass ein directes Eindringen der injicirten Bacillen aus der Peritonäalhöhle in die Milz u. s. w. stattfindet, die oben angeführte Thatsache sprechen, dass nach Einverleibung gekochter, noch so bacillenreicher Aufschwemmungen in die Bauchhöhle kein einziger Mikroorganismus in den betreffenden Organen mikroskopisch nachzuweisen ist, wenn man nicht etwa zu der Deutung greifen will, dass die abgestorbenen, in die Milz u. s. w. eindringenden Mikroben dort sofort vernichtet werden und sich so der Beobachtung entziehen.

Von der durch uns festgestellten postmortalen Vermehrung der Typhusbacillen, wie wir sie speciell an der menschlichen Milz (an Typhus Verstorbener) und an Kaninchenmilzen studirt haben, haben sich Beumer und Peiper „aus eigener Anschauung überzeugt", ohne dass sie, wie wir hier nochmals betonen, die von uns gelegentlich der Besprechung dieses Untersuchungsverfahrens angegebenen Vorschriften befolgt hätten.

Einen Beweis für ihre Behauptung, dass der Milztumor bei den in Rede stehenden Thierarten wesentlich durch den grösseren Blutgehalt des Organs bedingt werde, haben Beumer und Peiper nicht erbracht; wir sind sowohl mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit, welche die Milzen der durch Einverleibung der Culturen zu Grunde gegangenen Thiere mit den entsprechenden Organen menschlicher Typhusleichen in Bezug auf Farbe und Consistenz darbieten, sowie unter Hinweis auf die von uns in der Leber des einen Versuchsthieres (K. 21) constatirten (und abgebildeten) Veränderung geneigt anzunehmen, dass es sich um einen auf Hyperplasie der in dem Milzgewebe reichlich vorhandenen lymphzellenähnlichen Gebilde beruhenden (entzündlichen) Milztumor handelt; eine sichere Begründung dieser Ansicht ist vielleicht auf dem Wege histologischer Untersuchung durch den Nachweis von Kerntheilungsfiguren zu erwarten.

Einer ausführlichen Besprechung bedürfen die Befunde Beumer's und Peiper's, soweit sie sich auf den Darm der Kaninchen beziehen; sie konnten sich hier nur von einer constanten Grössenzunahme der Peyer'schen Haufen überzeugen, während es ihnen niemals gelungen ist, „selbst bei den erheblichsten Veränderungen der Mesenterialdrüsen und Peyer'schen Haufen an diesen letzteren Geschwürsbildung, Verschorfung wahrzunehmen, wie sie E. Fränkel und Simmonds bei 3 Kaninchen gesehen haben".

Würden sich Beumer und Peiper auf die Constatirung dieser Thatsache beschränkt haben, so hätten wir uns damit begnügt, ihnen zu

erwidern, dass sie aller Wahrscheinlichkeit nach bei einer grösseren Zahl von Versuchen doch wohl einzelne Male den unseren ähnliche Beobachtungen gemacht hätten, denn wir haben unter 50 Versuchsthieren nur dreimal das Auftreten von Schorfbildung, nicht „Geschwüren", gesehen, während Beumer und Peiper über Experimente an nur 11 Kaninchen berichten — ob sie eine grössere Zahl angestellt haben, geht aus ihrer Mittheilung nicht hervor. Hätten wir es bei einer so geringen Zahl von Versuchen bewenden lassen, dann würden auch wir niemals Schorfbildung auf der Darmschleimhaut der Thiere zu Gesicht bekommen haben.

Aber Verwahrung müssen wir dagegen einlegen, wenn Beumer und Peiper sagen:

> „wir müssen gestehen, dass wir diese Veränderungen bei dem rapiden Krankheitsverlauf, bei dem Erliegen der Thiere innerhalb weniger Stunden oder höchstens ein bis zwei Tagen auch gar nicht erwarten durften; die Ausbildung selbst kleiner Typhusgeschwüre, die Abstossung der nekrotischen Partieen, muss längere Zeit nothwendig erfordern".

Was Beumer und Peiper mit diesen theoretischen Betrachtungen bezwecken, ist unverständlich, denn sie schaffen damit die Thatsache nicht aus der Welt, dass wir eben dreimal derartige Alterationen beobachtet haben. Die auf Taf. I unserer Monographie befindlichen Abbildungen hätten füglich ausreichen können, Beumer u. Peiper von dem Thatsächlichen dieses Vorkommens zu überzeugen. Ausserdem aber verwechseln Beumer u. Peiper mehrfach im Laufe ihrer Besprechung dieses Gegenstandes die Begriffe Verschorfung und Geschwürsbildung, während es uns nirgends in den Sinn gekommen ist, von dem Nachweis erzeugter Darmgeschwüre zu sprechen. Dass aber Verschorfung, Schleimhautnecrose selbst „innerhalb weniger Stunden" zur Ausbildung kommen kann, davon kann man sich durch Beobachtung am Krankenbett (bei Rachendiphtherie), wie Leichentisch (Verschorfung der Dickdarmschleimhaut bei der Sublimatwundbehandlung) bei nicht gar zu spärlichem Material oft genug überzeugen. Wir haben uns bei Anstellung unserer Versuche vollkommen objectiv verhalten und uns nicht gesagt, wir dürfen diesen oder jenen Befund bei unseren Experimenten erwarten, sondern registrirt, was von uns beobachtet wurde, wir dürfen demgemäss aber auch wohl den Anspruch erheben, dass nicht durch Aeusserungen, wie die eben citirten von Beumer und Peiper, thatsächliche, sogar bildlich zur Anschauung gebrachte Befunde in Zweifel gezogen werden.

Entgegen Beumer und Peiper, welche die Hauptveränderungen des Darmcanals bei ihren Versuchsthieren im Duodenum und Jejunum wahrgenommen zu haben angeben, bleiben wir auch heute dabei stehen, dass

die genannten Darmabschnitte nur ausnahmsweise erkranken und dass, wenn sie afficirt sind, dies nie ohne gleichzeitiges Ergriffensein des Ileum der Fall ist.

Nach der Erörterung dieser hinsichtlich der thatsächlichen Befunde zwischen den Beumer-Peiper'schen und unseren Experimenten bestehenden Differenzpunkte müssen wir an die Besprechung der Auslegung gehen, welche jene experimentellen Ergebnisse durch Beumer und Peiper erfahren haben.

Beumer und Peiper legen sich nach Mittheilung ihrer experimentell festgestellten, mit den durch uns constatirten ja im Wesentlichen übereinstimmenden Thatsachen die Frage vor, ob es ihnen denn nun wirklich gelungen sei, durch die in der beschriebenen Weise ausgeführten Injectionen von Typhusbacillen-Aufschwemmungen „dieses Krankheitsbild" mit Erfolg auf Versuchsthiere zu übertragen und kommen schliesslich zu dem Resultat, dass, da eine Vermehrung der Typhusbacillen bei den benutzten Thierarten nicht stattgefunden hat, die einverleibten Bacillen vielmehr im Gegentheil rasch zur Ablagernng und zum Verschwinden gelangen und da die erzeugten Organveränderungen als typhusähnliche nicht bezeichnet werden können, von einer erfolgreichen Uebertragung der Typhusbacillen durch intravenöse oder intraperitonäale Einverleibung auf Mäuse, Kaninchen und Meerschweinchen nicht die Rede sein könne.

Beumer und Peiper verlangen nämlich als für die Beurtheilung der Frage nach erfolgreicher Uebertragung in Betracht kommende Kriterien 1) den Beweis, dass „das in den Körper geführte Material" sich in denselben nicht allein eine Zeit lang zu erhalten, sondern auch zu reproduciren im Stande ist, „machen auch den Begriff der Pathogenität wesentlich von diesem Factor abhängig" und 2) eine wenigstens in der Hauptsache bestehende Uebereinstimmung zwischen den beim Menschen vorkommenden und beim Versuchsthier erzeugten Veränderungen, welche letztere charakteristische und stets wiederkehrende sein müssen.

Zur Prüfung des ersten Punktes haben Beumer und Peiper einige Versuche angestellt, aus welchen, wie sie meinen, hervorgeht, dass sich der Typhusbacillus im Körper der benutzten Versuchsthiere nach intravenöser und intraperitonäaler Injection nicht vermehrt, sondern im Gegentheil sehr rasch in ihrem Körper zu Grunde geht (S. 531), dass sie sich in den verschiedenen Organen Milz, Leber, Nieren, folliculärem Apparat des Darms, Mesenterialdrüsen, Knochenmark u. s. w. ablagern, dort aber auch innerhalb weniger Tage zu Grunde gehen.

Was die zuletzt angeführte Behauptung betrifft, so steht dieselbe in Widerspruch zuvörderst mit unseren eigenen Befunden hinsichtlich des Bacillennachweises in der Milz eines am 6. Tage post infect. zu Grunde

gegangenen Kaninchens und ferner mit den Angaben von Lepidi-Chioti e Blasi, welche sogar noch bei 11 Tage post infect. eingegangenen oder getödteten Thieren die Anwesenheit von Typhusbacillen constatiren konnten. Wir haben diese Thatsache bereits in unserer Erwiderung[1] auf die vorläufige Mittheilung der Herren Beumer und Peiper hervorgehoben, freilich nicht um, wie Beumer und Peiper uns imputiren (S. 536), damit die Reproductionsfähigkeit der Bacillen im Thierkörper zu beweisen, sondern lediglich als Beweis gegen die Behauptung von Beumer und Peiper, „dass die Typhusbacillen rasch nach der Einführung in den Thierkörper zu Grunde gehen", welche wir auch jetzt so wie damals zurückweisen.

Bezüglich des Werthes der von Beumer und Peiper zur Entscheidung der Frage nach der Reproduction der Typhusbacillen im Thierkörper angestellten Experimente dürfen wir auf unsere früher gemachten Auseinandersetzungen verweisen und wollen hier nur nochmals resümiren, dass man höchstens Sirotinin Recht zu geben vermag, der eine erheblichere Vermehrung der Typhusbacillen im Thierkörper in Abrede stellt, dass aber, wie wir uns namentlich durch eigene bezügliche Experimente überzeugt haben, das Ausbleiben jeder Reproduction der Typhusbacillen im Körper der Versuchsthiere bisher mit Sicherheit nicht behauptet werden kann.

Zudem wissen wir über den Grad der Reproduction der Typhusbacillen beim Menschen, sowie über die Menge der zu einer erfolgreichen Infection erforderlichen Typhusbacillen absolut nichts, Gesichtspunkte, die wir in unserer Arbeit genügend hervorgehoben haben, die aber von Beumer und Peiper gänzlich unberücksichtigt gelassen worden sind.

Es ist auch eine der Antwort noch harrende Frage, wie gross die Lebensdauer der Typhusbacillen im menschlichen Organismus ist, aber es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass dieselben unter Umständen auch beim Menschen rasch zu Grunde gehen, worauf, wie wir meinen, der bei manchen Individuen sehr kurze Verlauf der typhösen Affection zu beziehen sein möchte.

Hervorgehoben zu werden verdient ferner als mit der Beobachtung am Thier übereinstimmend das beim Menschen kaum zu beobachtende Vorkommen der Typhusbacillen im Blut, obwohl es nicht fraglich erscheinen kann, dass, wie die Beobachtungen an Schnitten namentlich menschlicher Typhuslebern beweisen, die Bacillen durch den Kreislauf in die verschiedenen Organe gelangen. Aber sie finden eben innerhalb der Circulation keine geeigneten Bedingungen für ihre weitere Existenz und ziehen es vor, sich in bestimmten Organen, und auch hier, ebensowenig

[1] Vgl. *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 39.

wie beim Versuchsthier, keineswegs gleichmässig abzulagern. Ob innerhalb dieser Organe eine wesentliche Vermehrung stattfindet, das muss unseres Erachtens als eine zunächst noch offene Frage hingestellt werden.

Es sind also, wie man sieht, wenn man sich nur nicht auf das Experiment beschränkt, sondern auch die klinischen und anatomischen Verhältnisse aus der menschlichen Typhuspathologie zum Vergleich heranzieht, zwischen dem Verhalten des Typhusbacillus beim Menschen und Versuchsthier reichlich Analogien vorhanden und diese bestehen auch hinsichtlich des zweiten von Beumer und Peiper postulirten Kriteriums, nämlich der Uebereinstimmung des anatomischen Befundes beim Menschen und den durch Typhusbacillen-Cultur-Einverleibung getödteten Thieren.

Für die Beurtheilung dieser Frage ist es zunächst von Wichtigkeit festzustellen, dass eine solche Uebereinstimmung der anatomischen Befunde zwischen einer den Menschen befallenden und bei Thieren auf experimentellem Wege erzeugten Krankheit heutigen Tags gar nicht mehr verlangt wird; Beumer und Peiper haben übrigens diesem Gedanken in ähnlicher Weise wie wir in unserer Monographie und unter Anführung der auch von uns gebrachten Citate[1] Ausdruck verliehen und trotzdem, und obwohl speciell Gaffky hervorhebt, dass es sich lediglich um die Frage handelt, „ob die Typhusbacillen bei Thieren überhaupt irgendwelche Krankheitsprocesse zu erzeugen im Stande sind", fordern sie bei den Versuchsthieren Veränderungen, „die mit den beim Menschen vorkommenden sich in der Hauptsache wenigstens decken".

Indess diese von Beumer und Peiper verlangte Congruenz in den wesentlichen anatomischen Befunden besteht unserer Meinung nach und es ist das um so mehr zu betonen, als diese Veränderungen bei Thieren erzeugt worden sind, welche spontan an Typhus oder typhusähnlichen Processen nie erkranken, ein Moment, an das wir Beumer und Peiper ganz besonders erinnern möchten.

Von den experimentell hervorgebrachten Organveränderungen geben Beumer und Peiper zu den Milztumor und die constante Vergrösserung der Peyer'schen Haufen und Mesenterialdrüsen, sowie eine das Duodenum und Jejunum betreffende Entzündung und stellen diesen gegenüber die bekannten Befunde, wie sie beim menschlichen (Ileo-)Typhus angetroffen werden. Wir haben bereits früher hervorgehoben und wiederholen dies hier nochmals, dass nach unseren, sich auf ein dem Beumer-Peiper'schen numerisch weit überlegenen Beobachtungsmaterial an Kaninchen erstreckenden Erfahrungen das Ileum, insbesondere dessen

[1] Vgl. Fränkel und Simmonds S. 57. — Beumer und Peiper a. a. O. S. 521 und 522.

Peyer'sche Haufen regelmässig erkrankt waren, dass wir bei drei Thieren sogar umschriebene Verschorfungen am Follikelapparat beobachten konnten, dass bei vielen Thieren eine enorme, und zwar markige Schwellung der Mesenterialdrüsen bestand, dass es sich also um ein Zusammentreffen von Veränderungen handelt, wie man es beim menschlichen Typhus nur in Schulfällen zu sehen gewohnt ist.

Es fehlt in den Versuchen Nichts, als das Vorhandensein von „charakteristischen" Typhusgeschwüren, welche Beumer und Peiper der von ihnen beobachteten Hyperämie und Vergrösserung der Peyer'schen Haufen gegenüberstellen. Wir können uns auch hier auf den Hinweis auf das bereits in unserer Monographie (S. 56) Gesagte beschränken und wiederholen den Herren Beumer und Peiper, dass namentlich in grösseren Epidemien der Nachweis von charakteristischen Typhusgeschwüren, ja selbst von einer beträchtlicheren Schwellung der Peyer'schen Haufen bei Autopsien oft genug vermisst wird, weil die Patienten der Schwere der Erkrankung zu früh erliegen. Und trotzdem handelt es sich in solchen Fällen um Typhus, weil es gelingt die Ursache des Typhus, d. h. den Typhusbacillus durch Mikroskop und Culturverfahren nachzuweisen. Auch hier ist es wiederum die Berücksichtigung von Thatsachen aus der Pathologie des menschlichen Typhus, welche die durch das Experiment gewonnenen Resultate wesentlich stützt.

Aber auch wenn diese Analogie zwischen den anatomischen Befunden beim menschlichen Typhus und der bei Thieren, speciell Kaninchen experimentell hervorgerufenen Krankheit eine geringere wäre als es in Wirklichkeit der Fall ist, so wäre doch dem Gaffky'schen auch von Beumer und Peiper acceptirten Desiderat, festzustellen, „ob die Typhusbacillen bei Thieren überhaupt irgendwelche Krankheitsprocesse zu erzeugen im Stande sind", auf's Entschiedenste Genüge geleistet, da ja die Thiere nicht bloss erkranken, sondern der Mehrzahl nach sogar sterben.

Es ist für die Beurtheilung dieser Frage vollkommen gleichgültig, ob es gelingt die Thiere mit minimalen Bacillenmengen krank zu machen, bez. zu tödten, oder ob hierzu grössere Quantitäten erforderlich sind und es ist vollständig irrelevant, ob man durch Einverleibung anderer Mikroorganismen bei Thieren den durch Injection von Typhusbacillen erzeugten ähnliche Organläsionen zu produciren vermag. Demnach hätte es auch der in letzterer Absicht von Beumer und Peiper mit einer Reihe von ihnen als harmlos bezeichneter Mikroorganismen ausgeführten Experimente gar nicht bedurft, da wir aus dem Gebiet der pathogenen Mikroorganismen eine genügende Anzahl kennen, die, beispielsweise auf Mäuse übertragen, diese unter dem Bilde der Sepsis zu Grunde gehen lassen und

zu einem in allen Fällen gleichen Sectionsbefund Anlass geben (Micrococcus tetragonus, Bacillus foetidus Passet, Bacillus anthracis, Bacillus der Hühnercholera). Beumer und Peiper bestätigen also mit ihren Controllversuchen nichts als die bereits bekannte Thatsache, dass es eben eine Reihe von Mikroorganismen giebt, welche durch intravenöse oder intraperitonäale Injection bei Versuchsthieren Krankheitserscheinungen und anatomische Veränderungen produciren, ähnlich, nicht einmal identisch denen, wie wir sie durch Uebertragung des Typhusbacillus auf Thiere haben entstehen sehen.

Wir vermissen aber in den Controllversuchen der Herren Beumer und Peiper einen Punkt, nämlich eine Aussprache über das Verhalten der von ihnen dabei benutzten Bacterienarten zu den Geweben. Bei der von uns betonten, völligen Uebereinstimmung im Aussehen der Bacillenherde an menschlichen und Kaninchen-Typhusmilzen und -Lebern, hätten Beumer und Peiper diesen Punkt bei ihren Controllexperimenten nicht so stillschweigend übergehen dürfen.

Wir haben bereits in unserer Erwiderung auf die vorläufige Mittheilung von Beumer und Peiper unsere Verwunderung darüber ausgesprochen, dass sie Bacterienarten, mit denen sie Thiere sogar zu tödten vermögen, nicht als pathogen bezeichnen, nachdem gerade Koch, und zwar in dem von Beumer und Peiper mit Recht soviel citirten Aufsatz „Zur Untersuchung von pathogenen Organismen“ auf S. 1 in klaren Worten sich geäussert hat, dass unter dem Begriff pathogen nichts Anderes zu verstehen ist, **als dass Mikroorganismen „im Stande sind Krankheit zu bewirken“.**

Nun Beumer und Peiper haben dieser Forderung bei ihren Controllversuchen durchaus Genüge geleistet, die von ihnen verwendeten Bacterienarten haben die Thiere krank gemacht und häufig getödtet, folglich sind diese Mikroben für die benutzten Thierarten und in den in Anwendung gezogenen Mengen pathogen.

Aber Beumer und Peiper verwechseln bei ihren Auseinandersetzungen die wiederum von Koch mit Recht so scharf auseinander gehaltenen Begriffe „pathogen“ und „infectiös“ und demgemäss können die Schlussfolgerungen, die sie aus ihren Versuchen ziehen, nicht als zutreffend anerkannt werden. Andere als pathogene Eigenschaften haben wir aber dem Typhusbacillus in unserer Arbeit durchaus nicht beigelegt und diese vindiciren wir ihm auch heute noch und nicht am wenigsten auf Grund der Beumer-Peiper'schen Arbeit.

Es ist hier nicht der Ort, auf eine ausführliche Erläuterung der Verhältnisse einzugehen, unter welchen Mikroorganismen pathogen wirken können, wir wollen es aber nicht unterlassen, die Herrn Beumer und

Peiper hinsichtlich dieses wichtigen Capitels auf die sehr klaren Auslassungen von Rosenbach in seiner bekannten Arbeit „Mikroorganismen bei den Wundinfectionskrankheiten" zu verweisen, in welcher er (S. 63, sub 1) sagt: „es kann ein Mikroorganismus pathogen wirken dadurch, dass von ihm erzeugte Gifte resorbirt werden, wenn er mit resorbirenden Oberflächen des Körpers in Berührung vegetirt . . . es kann ihm dabei jede andere pathogene Eigenschaft . . . fehlen".

Man ersieht, dass gerade der Typhusbacillus diesen Anforderungen auf's vollkommenste entspricht und es sind in dieser Beziehung namentlich die Versuche von Sirotinin, welcher von „der eminent toxischen Wirkung der Typhusbacillen" spricht, als eine wesentliche Stütze unserer ersten Untersuchungen zu begrüssen.

Hamburg, 1. Februar 1887.

Literatur.

1. Beumer und Peiper, *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 37.
2. Dieselben, *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 489.
3. Cantani, 59. *Versammlung deutscher Naturforscher 1886 in Berlin.* Section für innere Medicin. Sitzung vom 23. September.
4. Eppinger in Klebs' *Handbuch der pathologischen Anatomie.* Bd. II. S. 71.
5. Foa und Bordoni-Ulfreduzzi, *La Riforma medica.* 1887. Nr. 1. Ref. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 4.
6. Fodor, *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 36.
7. A. Fränkel, *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 10.
8. C. Fränkel, *Grundriss der Bacteriologie.*
9. E. Fränkel u. Simmonds, *Die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen.* Hamburg 1886.
10. Dieselben, *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 39.
11. Gaffky, *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. II. S. 372.
12. Koch, *Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage.* 2. Jahr.
13. Derselbe, *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 1.
14. Kroner, *Breslauer ärztliche Zeitschrift.* 1886. Nr. 11 u. 12.
15. Lepidi Chioti e Blasi, *Giornal. int. delle scienze med.* 1886. Nr. X.
16. Neuhaus, *Berliner klinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 24.
17. Derselbe. *Ebenda.* 1886. Nr. 26.
18. Reher, *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.* 1885. Bd. XX. S. 420.
19. Rheiner, Virchow's *Archiv.* Bd. C. S. 185.
20. Rosenbach, *Mikroorganismen bei den Wundinfectionskrankheiten.*
21. Seitz, *Bacteriologische Studien zur Typhusätiologie.*
22. Sirotinin, *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 465.
23. Widal und Chautemesse ref. *Lancet.* 15. Januar 1887. p. 141.
24. E. Wagner, *Deutsches Archiv für klinische Medicin.* Bd. XXXVII.
25. M. Wolf, Virchow's *Archiv.* Bd. I. S. 101.
26. Wyssokowitsch, *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 1.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber die Bestimmung der Salpetersäure im Trinkwasser.

Von

Leopold Spiegel.

Bei der Analyse eines Trinkwassers behufs dessen Beurtheilung hat man von jeher der Anwesenheit von Nitraten eine besondere Beachtung geschenkt. In vielen Fällen der Trinkwasseruntersuchung reicht es aus zu constatiren, ob Nitrate im Wasser vorhanden sind oder nicht, in vielen anderen ist aber auch die Feststellung der Menge der sich vorfindenden Salpetersäure von Wichtigkeit. Um diese zu ermitteln sind eine grosse Anzahl von Methoden vorgeschlagen worden, deren Werth von den verschiedenen Analytikern verschieden beurtheilt worden ist. Auf Anregung von H. B. Proskauer habe ich es unternommen, einzelne für die Wasseruntersuchung empfohlene Verfahren einer experimentellen Prüfung zu unterziehen, und sind die diesbezüglichen Untersuchungen im hygienischen Institut der Universität Berlin ausgeführt worden.

Wir können die Methoden zur Bestimmung der Salpetersäure, welche sämmtlich auf der oxydirenden Eigenschaft derselben beruhen, in folgende Gruppen eintheilen, indem man die Salpetersäure nämlich auf einen oxydirbaren Körper einwirken lässt; bestimmt man entweder

1. die oxydirte bezw. nicht oxydirte Menge desselben, oder
2. das aus der Salpetersäure entstandene Reductionsproduct, oder
3. die Intensität einer eingetretenen Farbenänderung (colorimetrische Methode).

Erste Gruppe.

Oxydation von Eisenoxydul.

Erhitzt man die Lösung eines Nitrates mit Eisenchlorür und Salzsäure, so oxydirt sich das Eisenchlorür zu Chlorid, während die Salpetersäure zu Stickstoffoxyd reducirt wird. Diese Umsetzung erfolgt quantitativ nach der Gleichung

$$6\,FeCl_2 + 2\,KNO_3 + 8\,HCl = 4\,H_2O + 2\,KCl + 3\,Fe_2Cl_6 + 2\,NO.$$

Die vorhandene Salpetersäure lässt sich demzufolge entweder aus der Menge des entwickelten Stickstoffoxyds oder aus derjenigen des in Chlorid verwandelten Eisenchlorürs berechnen, und beide Wege sind in der That eingeschlagen worden.

Pelouze[1], der zuerst den bezeichneten Vorgang zur Bestimmung der Salpetersäure verwendete, und zwar ursprünglich zur Bestimmung des Salpetergehaltes im Rohsalpeter, wendete eine genau abgewogene Menge Eisenchlorür an und titrirte den nicht zersetzten Theil desselben mit Kaliumpermanganat zurück. Die Differenz ergab die zur Reduction der Salpetersäure nöthige Menge Eisenchlorür; erstere berechnet sich alsdann nach obiger Gleichung, aus der hervorgeht, dass 100 Gwtle. Eisenchlorür 14.173 Gwtln. Salpetersäureanhydrid entsprechen.

Abel und Bloxam[2] fanden bei Anwendung dieser Methode bedeutende Abweichungen, selbst wenn sie reinsten Salpeter der Analyse unterworfen, und forschten deshalb nach den Fehlerquellen. Sie fanden das Princip bestätigt, nämlich dass beim Kochen einer salzsauren Lösung von Eisenchlorür mit Salpeter sich nichts anderes als Stickstoffoxyd entwickelt. Grosse Fehler können aber durch den Zutritt atmosphärischer Luft entstehen, welche deshalb fern gehalten werden muss. Da beim Titriren des Eisenchlorürs mit Kaliumpermanganat in salzsaurer Lösung leicht in Folge von Chlorentwicklung gleichfalls Fehler entstehen, so lag der Gedanke nahe, die Chlorwasserstoffsäure durch Schwefelsäure zu ersetzen. Dies ist indessen von Nachtheil, da sich einerseits schwer lösliches Eisenoxydsulfat ausscheidet und Stossen der Lösung beim Kochen veranlasst, andererseits das Stickstoffoxyd sich aus solcher Lösung weit schwerer vollkommen austreiben lässt. Letzteres ist aber unbedingt nöthig, da durch die Anwesenheit von Stickstoffoxyd ein stärkerer Verbrauch an Permanganat bedingt wird. Sie fanden ferner, dass sich leicht etwas Salpetersäure verflüchtigt, ehe dieselbe auf die Eisenlösung eingewirkt hatte, dass aber auch etwas Salpeter unzersetzt bleiben kann.

---

[1] *Journal für praktische Chemie.* 1847. S. 329.

[2] *Quart. Journ. of the chem. Soc.* Bd. IX. Hft. 34. p. 97. — *Journal für praktische Chemie.* Bd. LXIX. S. 262.

Fresenius[1] führt als wahrscheinliche Gründe der auch von ihm wahrgenommenen Unzuverlässigkeit der Methode folgende Punkte an: 1. Einwirkung von Luft auf das im Kolben gemischt mit Wasserdampf vorhandene Stickstoffoxyd und dadurch bedingte Regeneration von Salpetersäure. 2. Nicht vollständiges Austreiben des Stickstoffoxyds aus der Flüssigkeit, was indessen nur bei verdünnten Lösungen zu befürchten sei. 3. Entweichen von Salpetersäure vor der Einwirkung, bei raschem Kochen und bei relativ geringem Ueberschuss von Eisenchlorür. 4. Zuweilen auch Verlust von Eisen bei unvorsichtigem Kochen, namentlich dann, wenn ein Theil des Chlorürs oder Chlorids sich oberhalb der Flüssigkeit in fester Gestalt absetzt. Um diese Fehler zu vermeiden, arbeitet er in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas, erwärmt nach Einbringen des Nitrates (wobei er nicht über 0.2 g in Arbeit nimmt) anfänglich im Wasserbade, dann über freier Flamme und schüttelt des öfteren, um das Ansetzen fester Substanz oberhalb der Flüssigkeit zu verhindern. — Trotz alledem dürften die Resultate keine genauen sein. Das vollständige Austreiben von Stickoxyd gelingt selbst in concentrirten Lösungen schwer. Nach den von mir gemachten Beobachtungen entwickelte sich nach langem Kochen, wenn die Lösung bereits der Trockne nahe war, noch ziemlich reichlich Stickstoffoxyd; es ist entweder anzunehmen, dass dasselbe bis dahin absorbirt blieb, oder, was nach der Beobachtung von Abel und Bloxam wahrscheinlicher erscheint, dass es von noch unzersetzt gebliebenem Nitrat herstammte. Der Fehler, der bei der Titration salzsaurer Lösungen mittelst Permanganat in Folge von Chlorentwickelung entstehen kann, ist natürlich durch Fresenius' Modification nicht beseitigt. Uebrigens weist Fresenius selbst darauf hin, dass die Methode bei Anwesenheit organischer Substanzen nicht anwendbar ist.

Braun[2] arbeitete nach demselben Verfahren, titrirte aber nicht das unzersetzt gebliebene Eisenchlorür, sondern das gebildete Eisenchlorid, indem er dasselbe durch Zusatz von Jodkalium reducirte und das freigewordene Jod in bekannter Weise mittelst unterschwefligsauren Natrons maassanalytisch bestimmte. Diese Methode findet Fresenius[3] im Princip besser als die Bestimmung des Eisenchlorürs, da man bei dieser genöthigt war, grosse Mengen überschüssigen Eisenoxyduls zu titriren. Doch hält er die Art der Eisenoxydbestimmung für wenig geeignet, da sie nur bei annähernd gleichen Umständen, besonders in Bezug auf Verdünnung, gute Resultate gebe. Er empfiehlt daher das Eisenoxyd mittelst Zinn-

[1] *Ann. Chem. Pharm.* Bd. CVI. p. 217.
[2] *Journal für praktische Chemie.* Bd. LXXXI. S. 421.
[3] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. I. S. 34 ff.

chlorürs in der Wärme zu reduciren und den Ueberschuss des letzteren mit Jod zurückzutitriren. — Bei dieser Reduction müsste wieder unter Ausschluss der Luft gearbeitet werden, da Zinnchlorür sowohl als Eisenchlorür sich beim Erwärmen an der Luft leicht oxydiren. Die Methode wird also complicirter, ohne an Genauigkeit viel zu gewinnen, da mi Ausnahme des Titrationsfehlers sämmtliche Fehlerquellen bleiben.

Erwähnt sei noch, dass Holland[1], ersichtlich unter dem Einfluss des später zu erwähnenden Schloesing'schen Verfahrens, die Nitratlösung kocht, dadurch die Luft aus dem Gefäss austreibt, dann die salzsaure Eisenchlorürlösung in das Gefäss, nachdem durch Verschliessen und Abkühlen ein luftverdünnter Raum in demselben entstanden ist, übersteigen lässt. Auch dieser Analytiker ist der irrigen Meinung, dass sich durch starkes Kochen das Stickoxyd leicht austreiben lasse, während Ungerer[1] dies dadurch zu erreichen glaubt, dass er nach kurzem Kochen das Gefäss luftdicht verschliesst; der beim Abkühlen entstehende luftverdünnte Raum soll das Entweichen des Gases begünstigen.

Finkener[3] behauptete, dass der nachtheilige Einfluss, welchen die Gegenwart von Salzsäure bei der Titrirung von Eisenoxydulsalzen mit Permanganat ausübt, durch Zusatz von Flusssäure und Kaliumsulfat aufgehoben werde. Indessen fand Follenius[4] die Gegenwart dieser Agentien, deren Wirkung sich auch theoretisch nicht erklären lässt, vollkommeu einflusslos; denn trotz dieses Zusatzes beobachtete er stets deutliche Entwickelung von Chlor.

Mohr[5] titrirt die Salpetersäure mit einer Lösung von Ferrosulfat, welche freie Schwefelsäure enthält, bei einer Temperatur von 70 bis 80 Grad, bis bleibende braune Färbung eintritt, herrührend von der Absorption des entstandenen Stickstoffoxydes, sobald Ueberschuss von Eisenoxydulsalz vorhanden ist. Es ist sehr fraglich und nach den selbst bei der Analyse von reinem Kalisalpeter niemals ganz übereinstimmenden Resultaten Mohrs nicht anzunehmen, dass hierbei sämmtliche Salpetersäure zur Wirkung gelangt. Sind Chloride vorhanden, so färben sie die Lösung dunkel, so dass die Endreaction schwer wahrzunehmen ist, weshalb auch von Anderen die bekannte Tüpfelprobe mit Ferricyankalium zur Anwendung gebracht wurde. Vor allem ist auch bei diesem Verfahren der Einfluss der im Wasser vorhandenen organischen Substanzen zu erwähnen, welche das

[1] *Chem. News.* Bd. XVII. p. 219.
[2] *Dingl. polytechn. Journal.* Bd. CLXXII. S. 144.
[3] Rose, *Handbuch der analytischen Chemie.* 6. Aufl. Bd. II. S. 926.
[4] *Zeitschr. für anal. Chem.* 1872. S. 177.
[5] *Dingl. polytechn. Journ.* Bd. CLX. S. 219.

Bestreben haben, sich auf Kosten der Salpetersäure zu oxydiren und daher einen Minderverbrauch an Eisenoxydul bedingen.

Da aus den hier angeführten Literaturstellen hervorgeht, dass das Verfahren, die Salpetersäure durch die Menge des oxydirten Eisenoxyduls zu bestimmen, bei der Wasseruntersuchung keine richtigen Resultate ergeben kann, so habe ich geglaubt, von einer experimentellen Prüfung desselben Abstand nehmen zu dürfen.

Oxydation von Chromoxyd.

Ebenso wie Eisenchlorür zu Chlorid oxydirt sich bekanntlich Chromoxyd, wenn es in Gegenwart von Alkalicarbonat mit Nitraten geglüht wird, zu Chromsäure nach der Gleichung $Cr_2O_3 + 2\,KNO_3 + K_2CO_3 = 2\,K_2CrO_4 + N_2O_2 + CO_2$, ein Vorgang, welchen Wagner[1] zur Bestimmung der Salpetersäure benutzt. Derselbe erhitzt die Substanz, in welcher die Salpetersäure bestimmt werden soll, mit geglühtem Chromoxyd und Natriumcarbonat und fällt das gebildete Chromat mit Mercuronitrat. Der Niederschlag von Mercurochromat geht beim Glühen in Chromoxyd über, aus welchem sich die Salpetersäure berechnen lässt, da nach obiger Gleichung 100 Gwtle. Chromoxyd 70.588 Gwtln. Salpetersäureanhydrid entsprechen.

Eder[2] hat diese Methode für die Bestimmung von Salpetersäure im Brunnenwasser angewendet und befriedigende Resultate erhalten. Indessen ist es klar, dass die Anwesenheit leicht oxydirbarer organischer Substanzen das Resultat beeinträchtigen muss. Deshalb verfährt Wagner[3] bei Untersuchung von Trinkwasser folgendermaassen: 1 bis 2 Liter werden mit reinem Natriumcarbonat alkalisch gemacht, mit starkem Ueberschuss von Kaliumpermanganat versetzt und auf ca. 300 ccm eingedampft, dann vom ausgeschiedenen Niederschlage abfiltrirt; das Filtrat, welches noch stark violett gefärbt sein muss, wird nach dem Erkalten mit verdünnter Schwefelsäure bis zur sauern Reaction versetzt und zwölf Stunden in einer mit Glasstöpsel versehenen Flasche stehen gelassen, wonach es noch tief roth sein muss. Dann wird etwas schweflige Säure bis zur hellrosenrothen Färbung zugesetzt, durch Bariumhydrat alkalisch gemacht, ein grosser Ueberschuss reinen Natriumcarbonats zugesetzt und nach dem Absetzen des Niederschlages filtrirt. Das Filtrat wird auf ca. 25 ccm eingedampft, nochmals filtrirt, in einem kleinen Porzellanschälchen eingeengt, bei

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* 1872. S. 91.
[2] *Ebenda.* 1878. S. 434.
[3] *Ebenda.* 1881. S. 345.

150 Grad anhaltend getrocknet und im Exsiccator erkalten gelassen. Der Rückstand wird aus der Schale herausgehoben, der in derselben verbleibende Rest in möglichst wenig Wasser gelöst, Natriumcarbonat zugesetzt, abgedampft, getrocknet, wieder herausgenommen, und dies wird eventuell noch einigemale wiederholt. Dann wird verfahren wie vorher angegeben.

Ein derartig umständliches und zeitraubendes Verfahren müsste wenigstens eine Garantie für vollkommene Genauigkeit bieten. Obwohl nun auch für genaue Bestimmungen einfachere Methoden existiren, wollte ich doch untersuchen, ob das in Rede stehende Verfahren den mit Recht zu stellenden Anforderungen genüge. Zu den Versuchen dienten Lösungen von reinem Kaliumnitrat, die unter Zusatz von Natriumcarbonat eingedampft wurden. Der Rückstand wurde getrocknet, nach dem Erkalten unter möglichster Vorsicht aus der Schale gehoben, der Rest in derselben mit etwas Wasser aufgenommen, wiederum unter Zusatz von Natriumcarbonat eingedampft und dies noch vier- bis fünfmal wiederholt. Der gesammte Trockenrückstand wurde dann in einem gut glasirten Porzellanmörser sorgfältig mit ausgeglühtem reinen Chromoxyd gemischt und in eine Röhre von schwer schmelzbarem Glase gebracht, deren Enden durch gut schliessende und mit Glasröhren versehene Korken verschlossen wurden. Nachdem dann die Luft durch einen Strom reiner und trockener Kohlensäure verdrängt war, wurde sowohl im Kohlensäurestrom bis zum Zusammensintern und beginnenden Schmelzen der Masse erhitzt, als auch darin erkalten gelassen, und dann in destillirtem Wasser gelöst. Die filtrirte Lösung wurde mit Salpetersäure angesäuert, die Chromsäure durch Mercuronitrat gefällt, der Niederschlag getrocknet und geglüht. Dabei ergaben sich folgende Resultate:

angewendet Milligr. N_2O_5	erhalten Milligr. Cr_2O_3	entsprechend Milligr. N_2O_5
25	27·0	19·06
10	5·2	3·67
10	6·0	4·24

Es zeigte sich also, dass bei kleinen Mengen die Methode trotz ihrer Umständlichkeit absolut unbrauchbare Resultate liefert, welche wahrscheinlich ihren Grund in dem grossen Ueberschuss an Natriumcarbonat finden, welcher der Einwirkung des Nitrats hinderlich ist. Da aus obigem Ergebniss bereits die Unbrauchbarkeit des Verfahrens für die Wasseruntersuchung erhellt, wurden Versuche zur Ermittelung der Fehlerquelle nicht angestellt.

Die von Pugh[1] angegebene Methode, welche sich auf die Reduction der Salpetersäure mittelst Zinnchlorürs zu Ammoniak gründet, kann ebenfalls hier übergangen werden, da dieselbe nicht für die Wasseranalyse anwendbar ist, wie Schenk und Chapmann[2] dargethan haben. Dann einerseits ist die Menge des oxydirten Zinnchlorürs bei Anwesenheit reducirender Substanzen (Stärke, Rohrzucker, Traubenzucker, Gerbsäure, Gummi, Holzfaser u. s. w.) nicht maassgebend, andererseits kann die Quantität des gebildeten Ammoniaks, wenn dasselbe aus anderen Verbindungen als aus Salpetersäure hat entstehen können, nicht als Maassstab für den Gehalt an Salpetersäure angesehen werden. Beide Voraussetzungen treffen aber für Brunnenwasser zu.

Einem anderen hierher gehörigen Verfahren liegt das folgende Princip zu Grunde: Das im Wasser vorkommende Calciumnitrat wird durch Kaliumsulfat in Kaliumnitrat übergeführt und letzteres durch Glühen mit organischen Substanzen in Kaliumcarbonat verwandelt, welches dann zur Neutralisation ebensoviel Salpetersäure braucht, als vorher vorhanden war. Bei Ausführung der Methode dampft Fleck[3] bis auf ein geringes Volum ein, filtrirt vom Bodensatze ab und verdampft das Filtrat unter Zusatz von doppelt so viel Kaliumsulfat, als der vorher ermittelte Abdampfrückstand beträgt, in einem durch Flusssäure innen möglichst glasurfrei gemachten Porzellantiegel. Während der Operation fügt er etwa die Hälfte von dem Gewichte des Kaliumsulfats an Kandiszucker zu. Der trockene Rückstand wird dann geglüht, mit einem gemessenen Volumen Normalsalpetersäure behandelt und der Ueberschuss derselben mit Normalnatronlauge zurücktitrirt. Die Differenz zwischen der angewendeten und der durch Titration gefundenen Menge Salpetersäure soll dann derjenigen, welche ursprünglich vorhanden war, entsprechen.

Es ist von vornherein zu gewärtigen, dass diese Methode keine genauen Resultate ergeben kann, wenn das Wasser Magnesiumnitrat enthält, welches von Kaliumsulfat nicht oder wenigstens nur unvollständig in Kaliumnitrat verwandelt wird, oder wenn Alkalicarbonate darin vorhanden sind, da diese schon an und für sich einen Mehrverbrauch an Salpetersäure bedingen würden. Auch ist nicht zu übersehen, dass bei Ueberschuss der organischen Substanz Bildung von Cyankalium, bei Ueberschuss von Salpetersäure Bildung von Kaliumnitrit eintreten kann, in beiden Fällen also ein Fehler entsteht.

---

[1] *Chemisches Centralblatt.* 1860. S. 27.

[2] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. VI. S. 372.

[3] *Journal für praktische Chemie.* Bd. CVIII. S. 53.

Zweite Gruppe.

Das erste Reductionsproduct der Salpetersäure ist die salpetrige Säure, welche sich mit Hülfe von Jodkaliumstärke leicht durch die Intensität der hervorgerufenen blauen Farbe bestimmen lässt. Schönbein[1] machte von dieser Reaction zur Bestimmung der Salpetersäure Gebrauch. Zur Ueberführung der Nitrate in Nitrite erhitzt er die Flüssigkeit mit Zinkamalgam. Nach dieser Methode lassen sich indessen zuverlässige Resultate nicht erhalten, da durch das angeführte Reductionsmittel ein Theil der Salpetersäure über die salpetrige Säure hinaus zu Ammoniak reducirt wird.

Von hervorragendster Bedeutung für die Wasseranalyse sind dagegen diejenigen Methoden, welche sich auf die Bestimmung des Stickstoffoxyds gründen, welches aus der Salpetersäure durch geeignete Reductionsmittel gewonnen wird. Es kommt hierbei zunächst dieselbe Reaction in Betracht, welche der Methode von Pelouze zu Grunde liegt, nämlich die Reduction von Salpetersäure durch Eisenchlorür und Salzsäure, entsprechend der Gleichung, welche unter Gruppe I angeführt wurde.

Es war Schlösing,[2] der zuerst ein diesbezügliches Verfahren angab. Er kocht die Lösung behufs völliger Austreibung der Luft in einem Ballon, über dessen ausgezogenen Hals ein Kautschukschlauch gezogen ist, welcher durch Vermittelung einer engen Glasröhre mit einem längeren, durch Quetschhahn verschliessbaren Kautschukschlauch in Verbindung steht, taucht, nachdem alle Luft verdrängt ist, das Ende des Schlauches in Eisenchlorürlösung und lässt durch Abkühlen diese und dann das 3 bis 4 fache Volumen reiner Salzsäure in den Ballon aufsteigen, schliesst durch den Quetschhahn und führt das Ende des Schlauches unter eine mit Quecksilber und Kalkmilch gefüllte Glocke, welche in einer Quecksilberwanne umgestülpt ist. Durch Kochen wird nun das gebildete Stickoxyd aus dem Ballon in die Glocke getrieben, welche am oberen Ende zu einer leicht abbrechbaren Spitze ausgezogen ist. Ueber diese Spitze wird das Schlauchende eines dem Entwickelungsgefäss ganz ähnlichen Ballons gezogen, aus welchem durch Auskochen von Wasser sämmtliche Luft verdrängt wurde; die Spitze wird dann abgebrochen und, indem man den Ballon erkalten lässt, das Stickstoffoxyd in denselben einsteigen gelassen und der letzte Rest desselben durch Wasserstoffgas aus der Glocke entfernt. Dann lässt man noch reines Sauerstoffgas in den Ballon eintreten, verschliesst den Schlauch durch einen Quetschhahn und titrirt nach einigem Stehen die regenerirte freie Salpetersäure.

---

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. I. S. 13.

[2] *Ann. chim. phys.* (3). Bd. XL. p. 479. — *Journ. f. prakt. Chem.* Bd. LXII. S. 142.

Diese Methode hat vor allen bisher beschriebenen den Vorzug, dass die Gegenwart fremder, namentlich organischer, Substanzen ohne Einfluss auf das Resultat ist. Fresenius[1] findet zwar stets etwas zu niedrige Resultate, erklärt sie aber doch, besonders bei Anwesenheit organischer Substanzen, für die beste der vorhandenen. Aehnlich äussern sich E. Schulze[2] und Reichardt,[3] der Wasser mit Ueberschuss von Natriumcarbonat zur Trockne verdampft und den Trockenrückstand der Einwirkung von Eisenchlorür und Salzsäure unterwirft. Derselbe[4] unternahm es, das Quecksilber durch eine andere Sperrflüssigkeit zu ersetzen, da das Arbeiten mit grösseren Mengen des ersteren umständlich und nicht immer möglich ist. Das Stickoxyd ist in reinem und in alkalihaltigem Wasser äusserst wenig löslich, und es war daher nicht anzunehmen, dass ein irgend erheblicher Fehler durch Umgehung des Quecksilbers eintrete; nur müsste man mit Kalkwasser oder verdünnter Natronlauge arbeiten, um die Säuredämpfe zu absorbiren. Versuche mit reiner Salpetersäure zeigten die Richtigkeit dieser Ansicht. Bei diesen Versuchen führte Reichardt das Stickstoffoxyd nicht in Salpetersäure über, sondern fing es im Gasmessrohr auf und berechnete aus dem Volum die Salpetersäure. Doch war er der Ansicht, dass diese Art der Bestimmung sich nur bei reinen Nitraten oder sehr geeigneten Gemischen anwenden lasse. Auch Schlösing hatte die Berechnung aus dem Volum des erhaltenen Stickoxydes nicht für zulässig erachtet, weil er besorgte, dass bei der Reaction des Eisenchlorüres und der Salpetersäure auf organische Stoffe Gase entwickelt werden könnten, welche der Kalk in der Glocke nicht absorbirt und weil die Absorption des Stickstoffoxydgases mit darauf folgender Messung des nicht absorbirten Rückstandes langwieriger erscheine und mehr Sorgfalt verlange als die Umwandelung desselben in Salpetersäure. Schulze[5] überzeugte sich dagegen bei genauer Prüfung dieser Frage, dass aus den in Betracht kommenden Flüssigkeitsgemischen von wässeriger Salzsäure, Eisenchlorürlösung und verhältnissmässig grossen Mengen von Zucker oder anderen organischen Substanzen der gewöhnlichen Pflanzensäfte beim Kochen höchstens Spuren von Gasen sich entwickeln; dass ferner, wenn man bestimmte Mengen von Salpetersäure einem solchen Gemische zusetzt, bei richtiger Ausführung des Versuches genau entsprechende Quantitäten von Stickoxydgas erhalten wurden; endlich — und das bestätigen

---

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. I. S. 34.
[2] *Ebenda.* Bd. VI. S. 384.
[3] *Ebenda.* 1869. S. 118.
[4] *Ebenda.* 1870. S. 24.
[5] *Landw. Versuchsstat.* Bd. XII. S. 164; *Zeitschr. für anal. Chem.* 1870. S. 400.

auch zahlreiche von Wulfert[1] ausgeführte Versuche — dass dabei noch Bruchtheile eines Milligrammes Salpetersäure mit Sicherheit bestimmt werden können. Bei Wulfert's Versuchen blieben, als er das Stickoxydgas durch in die Messröhre eingeführtes Eisenchlorür absorbiren liess, nie mehr als 0·33 ccm eines Gasresiduums, welches zwar nicht untersucht wurde, nach der Ansicht von Wulfert aber von der wässerigen Salzsäure herrührt, welche vor dem Eintreten in den Kolben nicht ausgekocht war und daher atmosphärische Luft enthielt. Es wird sich weiterhin Gelegenheit finden, auf diese Beobachtung zurückzukommen.

Bei den erwähnten Versuchen brachten Schulze und Wulfert noch, wie von Schlösing angegeben war, Quecksilber als Sperrflüssigkeit in Anwendung. Tiemann[2] nahm deshalb die durch Reichardt für das ältere Verfahren eingeführte Erleichterung, welche in dem Ersatze des Quecksilbers durch Natronlauge bestand, auch für die modificirte Methode wieder auf, so dass dieselbe nunmehr die bekannte Form annahm. Zum besseren Verständnisse meiner mit diesem Verfahren angestellten Versuche möge dasselbe hier nochmals in Kürze beschrieben werden.

Ein etwa 100 ccm fassender Kolben von starkem Glase ist mit einem luftdicht schliessenden doppelt durchbohrten Kautschukstopfen versehen, in welchem sich zwei Glasröhren befinden; die eine der letzteren geht bis gegen das Ende des Halses und ist zweckmässig etwas ausgezogen und an der Spitze ein wenig umgebogen, nach aussen geht sie in spitzem Winkel abwärts und ist durch einen kurzen Kautschukschlauch, an welchem ein Quetschhahn angebracht wird, mit einem kurzen geraden Glasrohr verbunden. Die zweite Glasröhre endigt dicht unter dem Stopfen, ist nach aussen hin ähnlich der ersten, aber nach der entgegengesetzten Seite gebogen und steht durch ein kurzes mittelst Quetschhahnes verschliessbares Kautschukröhrchen mit einer längeren nicht zu engen Gasableitungsröhre in Verbindung. Die vorher entsprechend eingeengte Flüssigkeit wird in den Kolben gebracht, der Stopfen aufgesetzt und bei beiderseits offenen Röhren bis auf ein geringes Volum eingedampft. Der Kautschukschlauch des in den Kolben hineinragenden Glasrohres wird nunmehr geschlossen und es wird weiter gekocht, bis sämmtliche Luft aus dem Apparat verdrängt ist (erkennbar dadurch, dass beim Eintauchen des Entbindungsrohres in die bereit stehende Wanne mit 10 procentiger ausgekochter Natronlauge und Zudrücken des Schlauches die Flüssigkeit sofort fühlbar gegen den schliessenden Finger anschlägt). Dann wird der mit dem Gasableitungsrohr verbundene Schlauch geschlossen, der (mit etwas Gummi-

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* 1870. S. 400.
[2] *Berichte.* Bd. XI. S. 920.

schlauch überzogene) umgebogene Theil desselben unter die mit 10 procentiger Natronlauge gefüllte Messröhre gebracht, während der andere Quetschhahn in demselben Momente einen Augenblick geöffnet wird, um auch die hier noch befindliche Luft auszutreiben; vor dem Schliessen dieses Hahnes taucht man das kurze gerade Rohr in eine frisch bereitete möglichst gesättigte Lösung von Eisenchlorür, welche dann in dieses Rohr aufsteigt und es vollkommen füllt. Diese Art des Füllens der für die Eisenchlorürlösung bestimmten Röhre ist empfehlenswerther, als die von Tiemann[1] angegebene, welcher das Rohr mit Wasser vollspritzt und dann erst die Eisenlösung darin aufsteigen lässt. Man lässt dann den Kolben sich abkühlen, bis das Zusammenfallen der Verbindungsschläuche anzeigt, dass im Inneren durch Condensation der Wasserdämpfe ein Vacuum entstanden ist, lässt zunächst das Eisenchlorür und darauf das doppelte Volum an reiner Salzsäure in den Kolben eintreten, schliesst den Quetschhahn wieder und erhitzt, bis die Schläuche sich wieder aufgebläht haben und man beim Ersetzen des am Ableitungsrohr befindlichen Quetschhahnes durch den Finger von innen deutlichen Druck verspürt, worauf man das Gas in das Messrohr eintreten lässt. Schliesslich setzt man das Kochen so lange fort, bis sich keine Zunahme des Gasvolums im Messrohre mehr wahrnehmen lässt, worauf dieses unter kaltes Wasser getaucht wird, bis es dessen Temperatur angenommen hat. Aus dem abgelesenen Gasvolum berechnet man unter Berücksichtigung der Temperatur und des Druckes zunächst das Volum Stickstoffoxyd bei 0 Grad und 760 ^{mm} Druck und daraus die Gewichtsmenge Salpetersäureanhydrid, indem man das reducirte Volum Stickstoffoxydgas mit dem Factor 2·416 multiplicirt.

Diese Methode scheint alle Bedingungen für ein gutes Resultat zu enthalten und ist in der That von den meisten Seiten als die genaueste anerkannt und daher auch allgemein im Gebrauche. Dennoch erhielt ich mehrfach Resultate, die nicht völlig übereinstimmten und die Zuverlässigkeit des Verfahres zweifelhaft machten. Schon ehe ich die Untersuchungen über diesen Gegenstand begann, hatte ich bei einigen Wasseruntersuchungen im hygienischen Institute die Wahrnehmung gemacht, dass, nachdem im Beginne des Kochens sich reichlich Gas entwickelt hatte, die Entwickelung sich verlangsamte und bei einer gewissen Concentration aufhörte. Nach Tiemann's Angabe wäre nun der Process zu unterbrechen, was indessen nicht zu empfehlen ist. Denn, sobald die Flüssigkeit so weit concentrirt ist, dass sie anfängt, feste Bestandtheile auszuscheiden, beginnt wieder eine schwache Gasentwickelung und dauert nun fast bis zum völligen Eintrocknen der Substanz. Bei den folgenden Versuchen wurde deshalb das

[1] Kubel-Tiemann, *Anleitung zur Untersuchung von Wasser.* S. 56.

Erhitzen immer so lange fortgesetzt, als es die Rücksicht auf die Sicherheit des Kolbens irgendwie zuliess. Zunächst wurde mit reiner Kaliumnitratlösung von bekanntem Gehalte operirt und das in der nachstehenden Tabelle zusammengestellte Ergebniss erlangt.

Tabelle I.

Nummer	Die angewendete Lösung enthielt an N_2O_5	Gefunden wurden an Stickoxyd				Entsprechend einer Menge N_2O_5 von	Von der angewendeten Menge erhalten in Procenten
			bei		Reducirt auf 0° u. 760mm Druck		
			Temper.	Druck			
	mgrm	ccm	Grad	mm	ccm	mgrm	
1	10	4·3	16	765	4·0	9·67	96·7
2	10	4·2	17	765	3·9	9·43	94·3
3	10	4·2	17	765	3·9	9·43	94·3
4	5	2·55	19	761	2·28	5·51	111·7
5	2	0·85	18	770	0·72	1·95	95·75
6	2	1·0	20	762	0·9	2·16	105·8
7	2·5	1·2	18	758	1·1	2·65	106·0
8	10	4·3	18	752	3·1	9·43	94·3
9	10	4·4	20	736	3·88	9·36	93·6

Bei Versuch 8 war die Salpeterlösung mit $^1/_2$ Liter destillirtem Wasser, bei 9 mit Spreewasser, dessen Oxydirbarkeit pro Liter 18·2 mgrm Kaliumpermanganat erforderte, eingedampft worden.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass zweifellos eine Fehlerquelle vorhanden ist, welche das Resultat bald zu niedrig, bald (namentlich bei sehr geringen Mengen Nitrat) zu hoch erscheinen lässt. Der Fehler hält sich bei gleichen Mengen von Salpetersäure auf annähernd gleicher Höhe. Organische Substanzen beeinflussen das Resultat nicht. Es kam nun vor allen Dingen darauf an, die Fehlerquelle aufzufinden, um eventuell durch ihre Beseitigung die Methode von den ihr noch anhaftenden Mängeln zu befreien.

Es lag die Vermuthung nahe, dass der Fehler durch Anwesenheit von geringen Mengen atmosphärischer Luft bedingt sei, wofür das relative Anwachsen der erhaltenen Gasmengen bei geringerem Salpetersäuregehalt der Lösungen sprach; denn während bei Anwendung salpeterreicherer Lösungen die Sauerstoffmengen der Luft grossentheils zur Oxydation von Stickoxyd verbraucht werden und mit diesem aus dem Gasgemenge ausscheiden würden, würde dies bei geringerem Gehalte in nicht so hohem Grade der Fall sein. Ferner spricht dafür die schon erwähnte Beobachtung Wulfert's, dass bei der Absorption des Gases im Messrohre durch Eisenchlorür ein Gasresiduum blieb, welches er bereits für atmosphärische

Luft ansprach. Eine ähnliche Beobachtung hat Hr. B. Proskauer gemacht, der in Gemeinschaft mit Warden und Cochius die Entstehung des Luftvolums zu erklären suchte. Die genannten Chemiker nahmen das Auskochen der Flüssigkeiten theils in dem Tiemann'schen Entwickelungskolben vor, theils in einer Retorte, deren Hals ausgezogen war und in eine etwas nach oben gebogene dünne Röhre endigte. Die Retorte wurde durch wiederholtes Erhitzen und Zurücksteigenlassen von vorher ausgekochtem destillirtem Wasser gefüllt. Es sind mir die Resultate von im ganzen acht Versuchen zur Verfügung gestellt worden, welche sich auf reines, angesäuertes und alkalisch gemachtes destillirtes Wasser sowie auf solches, welches mit Eisenchlorür und Salzsäure versetzt war, erstreckten. Aus allen diesen Flüssigkeiten entwickelte sich trotz des vorherigen Auskochens Gas, von welchem durch festes Kalihydrat nichts, durch Phosphor wechselnde Bruchtheile absorbirt wurden. Nur bei dem alkalisch gemachten Wasser, über welches aber nur ein Versuch vorliegt, war die Gasmenge eine sehr geringe, nämlich 0·5 ccm, während sie sonst zwischen 1·3 und 4·7 ccm schwankte. Die weitere Bearbeitung dieses Gegenstandes wurde mir überlassen.

Meine Aufmerksamkeit wurde zunächst auf die mehrfach ausgesprochene Vermuthung gelenkt, dass Wasser sehr schwer oder überhaupt nicht durch Kochen gänzlich von Luft befreit werden könne. Um bei der Untersuchung dieses Punktes jeden möglicherweise durch nicht ganz dicht schliessende Verbindungen entstehenden Fehler zu vermeiden, nahm ich Hrn. Proskauer's Versuche in der Retorte mit gebogenem Halse auf. Durch mässiges Erwärmen, dann Eintauchen der Mündung unter destillirtes Wasser und Erkaltenlassen wurde auch von mir die Retorte allmählich gefüllt. Der Inhalt wurde mehrmals tüchtig ausgekocht, die Retorte dann immer wieder auf die angegebene Art mit ausgekochtem destillirtem Wasser gefüllt. Nachdem dies mehrmals geschehen war, wurde bei den nächsten Wiederholungen des Auskochens jedesmal die Mündung unter ein mit ausgekochtem destillirtem Wasser gefülltes Messrohr gebracht, welches in dem mit warmem destillirtem Wasser gefüllten Gefäss umgestülpt war. Es fanden sich auch bei meinen sämmtlichen Versuchen einige Kubikcentimeter (bis zu 4 ccm) Gas vor, von welchem durch Phosphor ungefähr der dritte Theil absorbirt wurde. Fasst man das absorbirte Volum nur als Sauerstoff auf, so würde diese Zusammensetzung dafür sprechen, dass das Gas im Wasser absorbirt gewesen war. Indessen musste der Phosphor einige Zeit mit dem sich inzwischen abkühlenden Wasser in Berührung gelassen werden, so dass dieses offenbar auch einen Theil des Stickstoffes wieder absorbirte. Die Annahme aber, dass ein Gasvolum bei mehrfachem Auskochen zurückbleiben und bei

erneutem, unter denselben Bedingungen vorgenommenem, Auskochen entweichen solle, war an und für sich unwahrscheinlich; zum mindesten hätte sich dann das erhaltene Volum bei jeder Wiederholung vermindern müssen, was durchaus nicht der Fall war.

Folgende Beobachtung jedoch dürfte die Erscheinung in einfacher Weise erklären. Tauchte ich bei dem Zurücksteigenlassen des Wassers in die durch Auskochen luftleer gemachte Retorte die Mündung derselben nicht sehr tief unter das Niveau der Flüssigkeit, ohne dass sie jedoch jemals über das Niveau derselben hervorragte, so erhielt ich in der Retorte ein mitunter ziemlich beträchtliches Quantum Luft, was bei tiefem Eintauchen niemals stattfand. Dies liess sich nur so erklären, dass das zunächst langsam in die warme Retorte eintretende Wasser dort eine schnelle Abkühlung bewirkte, in Folge deren ein starker negativer Druck entstand und Luft, indem sie das Flüssigkeitsniveau in der unmittelbaren Nähe der Mündung herabdrückte, eindringen konnte. Ein ganz ähnlicher Vorgang musste sich aber auch beim Eintreten der Wasserdämpfe in das Gasmessrohr abspielen. Dieselben treten unter starkem Drucke aus der verengten Mündung des Retortenhalses aus, verdichten sich sofort und führen dadurch einen entsprechenden negativen Druck innerhalb des Rohres herbei. — War diese Ansicht richtig, so musste das Gasvolum bei Anwendung einer schwerflüssigeren, der Luft also mehr Widerstand entgegensetzenden Sperrflüssigkeit verschwinden oder doch geringer werden. Ich stellte, um dies zu erproben, einige Versuche genau in der Art der vorhergehenden an, benutzte aber zum Absperren Quecksilber; es zeigte sich dann in der That keine Spur von Gas im Messrohre.

Nunmehr handelte es sich noch darum zu erproben, ob die von Tiemann für die Ausführung seines Verfahrens vorgeschriebene 10 procentige Natronlauge der Luft hinreichenden Wiederstand entgegensetze, und wurden deshalb einige analoge Versuche unter Anwendung dieser Sperrflüssigkeit vorgenommen. Hierbei trat zwar stets eine Spur Luft ein, doch war die Quantität nicht messbar, kaum jemals mehr als 0·05 ccm. Dieser Fehler konnte also nicht weiter in Betracht kommen. Jedenfalls dürfte aber bei Ausführung des Verfahrens die Vorsicht geboten erscheinen, die Wanne mit Natronlauge derart zu füllen, dass die Mündung des Eudiometers weit von der Oberfläche derselben entfernt ist.

Andererseits hat schon Wulfert vermuthet, dass das betreffende Luftvolum bei Anwendung von nicht ausgekochter Salzsäure herrühren könne. Experimentell bewiesen wurde diese Ansicht nicht, und auch Tiemann hat diesem Umstande keine Beachtung geschenkt. Zur

[1] A. a. O.

Untersuchung der Frage, ob die geringen Flüssigkeitsmengen, die hier in Betracht kommen, durch ihren Gehalt an absorbirter Luft grössere Fehler veranlassen können, wurde in dem Tiemann'schen Apparat[1] destillirtes Wasser ausgekocht und dann das übliche Quantum Eisenchlorürlösung aufsteigen gelassen, die zwar frisch dargestellt, aber erkaltet war; dann wurde weiter nach Vorschrift verfahren. Bei drei Versuchen wurden 0·8, 0·6 und 0·5 ccm Gas erhalten. Wurde dagegen die Eisenlösung unmittelbar vorher ausgekocht, so wurde nur, wie bei Anwendung reinen destillirten Wassers, ein minimales Gasvolum entwickelt; ebenso, wenn noch nach dem Eisenchlorür ausgekochte Salzsäure zugelassen wurde, während bei Anwendung von ausgekochtem Eisenchlorür und nicht ausgekochter Salzsäure stets wieder mehrere Zehntelcubikcentimeter Gas erhalten wurden.

Es wurden nun einige Versuche mit bekannten Nitratmengen vorgenommen, bei denen sowohl das Eisenchlorür als die Salzsäure vorher ausgekocht worden waren. Die Resultate waren folgende:

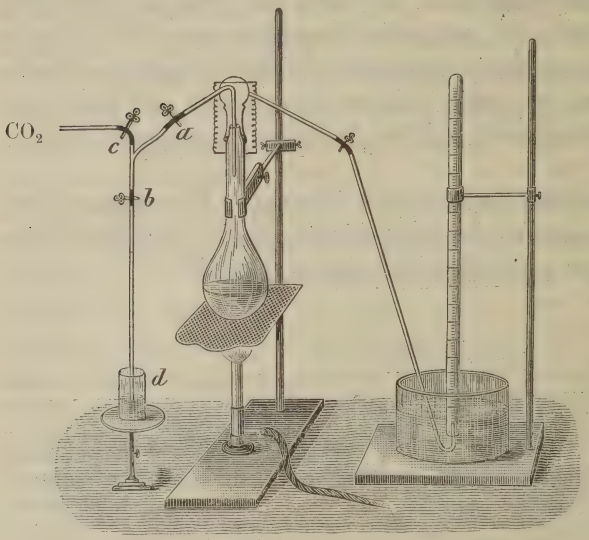
Tabelle II.

Nummer	Die angewendete Lösung enthielt an N_2O_5	Gefunden wurden an Stickstoffoxyd.	bei		Reducirt auf 0° u. 760 mm Druck	Entsprechend einem Gehalt an N_2O_5 von	Von der angewendeten Mengewurden gefunden in Procenten
			Temper.	Druck			
	mgrm	ccm	°C.	mm	ccm	mgrm	
1	20	8·55	15·4	768	8·02	19·4	97·0
2	10	4·1	18	764	3·78	9·13	91·3
3	10	4·1	18	764	3·78	9·13	91·3
4	10	4·2	20	761	3·82	9·24	92·4

Aus der Vergleichung dieser Tabelle mit Tabelle I ergiebt sich, dass bei Anwendung von nicht ausgekochter Salzsäure mehr Gas erhalten wird, als bei ausgekochter, dass also in jenem Falle mehr Luft zutritt, als Stickstoffoxyd durch Oxydation verloren wird. Da nun bei absolutem Ausschluss von Luft sich so bedeutende Differenzen ergeben, so musste eine andere Fehlerquelle vorliegen, welche das Resultat zu niedrig ausfallen lässt. Wie bereits erwähnt, findet gerade gegen Ende der Operation, wenn der Inhalt des Kolbens bereits fest zu werden beginnt, eine nicht unbeträchtliche Entwickelung von Stickoxyd statt. Es muss also, da nicht mehr hinreichend Wasserdämpfe vorhanden sind, um dieses in das

[1] Ich benutzte zu meinen sämmtlichen Versuchen Apparate, welche nach Finkener's Angaben ganz in Glasschliff hergestellt waren.

Messrohr überzutreiben, das im Kolben verbleibende Gasgemenge, welches auf diese Weise für die Bestimmung verloren geht, relativ reich an Stickoxyd sein. Um nun auch diesen Rest in das Messrohr überzuführen, bediente ich mich eines Stromes von Kohlensäure, welche den in Anwendung gelangenden Agentien gegenüber indifferent ist und von der vorgelegten Natronlauge absorbirt wird. Natürlich liess es sich nicht vermeiden, dass der Apparat sowohl als die Operation sich dadurch etwas complicirter gestaltete, was aber in Anbetracht der Erlangung besserer Ergebnisse ohne Belang sein muss. Es musste ein Apparat zur Entwickelung der Kohlensäure hinzugefügt und die Verbindung desselben mit dem Entwickelungskolben vor dem Beginn des eigentlichen Processes luftfrei gemacht werden. Dies wurde auf folgende Weise erreicht:



An die Stelle des kurzen geraden Glasrohrs, welches zum Aufsaugen des Eisenchlorürs dient, trat ein T-förmiges Rohr, dessen seitlicher Arm durch den Schlauch *a* mit dem Entwickelungskolben in Verbindung stand, während der untere Theil des Hauptarmes durch einen kurzen Kautschukschlauch *b* mit dem gewöhnlichen Aufsaugerohr verbunden wurde, welches in das mit Eisenchlorür beschickte Gefäss *d* eintauchte. Der obere Theil wurde so kurz abgeschnitten, dass er gerade zum Anbringen eines Kautschukschlauchs *c* genügte, der mit dem Entbindungsrohr eines Kipp'schen Apparates für Entwickelung von Kohlensäure in Verbindung stand. Dieser Schlauch war direct über dem T-Stück durch einen Schraubenquetschhahn verschliessbar, und der betreffende Arm wurde deshalb so kurz gewählt, weil sonst der Kohlensäurestrom den Widerstand einer hohen Flüssigkeitssäule hätte überwinden müssen und nicht regelmässig, sondern stossweise in den Kolben eingetreten wäre. An den Schläuchen *a* und *b* waren gewöhnliche Quetschhähne angebracht. Es wurde nun folgendermaassen verfahren: Durch den auf gewöhnliche Weise beschickten Apparat wurde 5 bis 10 Minuten ein ziemlich kräftiger Strom

von Kohlensäure geleitet, alsdann der Hahn bei *c* geschlossen und genau nach Tiemann's Vorschrift weiter gearbeitet. Sobald das Eisenchlorür und die Salzsäure, welche beide ausgekocht worden waren, in den Kolben übergestiegen waren und der Hahn bei *b* geschlossen war, wurde durch momentanes kräftiges Anlassen des Kohlensäurestromes die Flüssigkeit aus dem horizontalen Schenkel des T-Stücks, dem Verbindungsschlauch und dem Einführungsrohr möglichst in den Kolben gedrängt und der Schlauch *b* geschlossen. Dann wurde der Process wieder genau nach der von Tiemann gegebenen Vorschrift fortgeführt und der Inhalt des Kolbens bis zum beginnenden Festwerden erhitzt, darauf aber unter fortdauerndem Erhitzen ein langsamer, durch den Schraubenquetschhahn bei *c* regulierter Kohlensäurestrom etwa 10 Minuten lang hindurchgeleitet. Das Resultat einiger Versuche, bei welchen jedesmal 10 mg Salpetersäureanhydrid in der Lösung enthalten waren, ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

Tabelle III.

Nummer	Gefunden wurden an Stickstoffoxyd	bei		Reducirt auf 0° und 760 mm Druck	Entsprechend einer Menge N_2O_5 von	Gefunden wurden von der angewendeten Menge in Procenten
		Temper.	Druck			
	ccm	°C.	mm	ccm	mgrm	
1	4·5	20	761	4·10	9·91	99·11
2	4·5	20	766·2	4·13	9·98	99·81
3	4·5	20	766·2	4·13	9·98	99·81
4	4·48	19·5	765	4·12	9·94	99·43

Bei Versuch 4 waren der Lösung noch 10 mg Harnstoff zugesetzt worden, welche sich also vollkommen einflusslos auf das Resultat zeigten.

Ganz besonders belehrend und die obige Ansicht beweisend war folgender, mit 1. nahezu gleichzeitiger Versuch: Es wurde genau wie oben angegeben verfahren, doch beim Einleiten der Kohlensäure die Flamme entfernt. Alsbald stieg die Natronlauge, Kohlensäure, Salzsäuregas und Wasserdampf absorbirend, in den Kolben zurück, welchen sie erfüllte bis auf ein kleines, etwa 0·3 ccm betragendes Gasresiduum, welches sich auch beim Abkühlen erhielt, also nur Stickstoffoxyd sein konnte. Im Messrohr fanden sich

$$4{\cdot}2\,\text{ccm}\ N_2O_2 \text{ bei } 20°\,761\,\text{mm} = 3{\cdot}82\,\text{ccm bei } 0°\,760\,\text{mm}$$
$$= 9{\cdot}24\,\text{mg}\ N_2O_5 = 92{\cdot}44\,\%.$$

Um eine leichtere Absorption der Kohlensäure herbeizuführen, empfiehlt es sich, bei diesen Versuchen mit einer 20procentigen Natronlauge zu arbeiten.

Von anderen zur volumetrischen Bestimmung des aus Salpetersäure entwickelten Stickoxyds angegebenen Methoden seien hier noch einige erwähnt. Es lag nahe, das bei der Oxydation von Chromoxyd durch Nitrate entstehende Stickstoffoxyd ebenso wie das bei der Einwirkung auf Eisenchlorür entwickelte zu bestimmen und den Salpetersäuregehalt daraus zu berechnen. Das Verfahren würde dasselbe sein, wie das von Wagner für die Bestimmung der entstandenen Chromsäure angegebene, nur müsste das entweichende Gas über Natronlauge aufgefangen werden. Da aber, wie die bereits oben angeführten Versuche zeigen, die Zersetzung bei kleinen Mengen von Nitraten nicht vollständig vor sich geht, so kann in diesem Falle auch nicht die richtige Menge Stickstoffoxyd erhalten werden. Ausserdem dürfte es schwer sein, eine vollkommene Absorption der zur Ausführung dieses Verfahrens nöthigen bedeutenden Mengen von Kohlensäure zu erreichen.

Ferner entsteht Stickstoffoxyd schon bei gewöhnlicher Temperatur, wenn Nitrate mit concentrirter Schwefelsäure und metallischem Quecksilber in Berührung kommen. Crum[1] benutzte diese Reaction: Er führt in ein 8″ langes Glasrohr von $1^1/_4$″ Durchmesser, welches mit Quecksilber gefüllt und in einer Quecksilberwanne umgestülpt ist, das zu untersuchende Nitrat in fester Form ein, lässt 50 grm Wasser und 125 grm concentrirte Schwefelsäure nachsteigen und unter gelegentlichem Schütteln zwei Stunden stehen. Das erzeugte Gas wird dann gemessen; bei genauen Bestimmungen lässt man noch eine Lösung von Eisensulfat zu dem gesammelten Gase aufsteigen und zieht das nun zurückbleibende Gasvolum von dem ersterhaltenen Volum ab. Finkener[2] findet, dass dieses Verfahren gute Resultate gebe, aber selbst bei geringen Quantitäten längere Zeit in Anspruch nehme; man thue gut, unter öfterem Umschütteln mehrere Tage stehen zu lassen. Das restirende Gas, welches Stickstoff ist, stammt, seiner Meinung nach, aus der atmosphärischen Luft, und ist für deren Sauerstoff der vierte Theil dieses Gasresiduums von dem Volum des absorbirten Gases abzurechnen. Organische Substanzen findet er ohne Einfluss auf das Resultat.

Frankland und Armstrong[3] benutzen eine kleinere Röhre, welche zum bequemeren Einführen der Flüssigkeiten am oberen Ende mit einem durch Glashahn verschliessbaren Aufsatz versehen ist. Nachdem der Apparat beschickt und der Hahn geschlossen ist, wird das untere Ende der Röhre mit dem Daumen verschlossen und dieselbe stark bewegt. Die Reaction soll in wenigen Minuten beendigt sein, worauf das Gas in ein

[1] *Ann. Chem. Pharm.* Bd. LXII. p. 233.

[2] Rose, *Handbuch der anal. Chemie.* 6. Aufl. Bd. II. S. 826 ff.

[3] *Journ. of the chem. soc.* 1868. p. 106.

Messrohr übergeführt und genau gemessen wird. Die Verfasser stellten fest, dass genaue Resultate nur bei Abwesenheit von Chloriden erhalten werden können, welche sie eventuell durch einen geringen Ueberschuss von Silbersulfat entfernen. Für die Anwendung dieser Methode zur Wasseruntersuchung giebt W. Thorp[1] genaue Anleitung: Er empfiehlt ein Verhältniss der Schwefelsäure zur Nitratlösung wie 3:2; das ganze Flüssigkeitsgemisch soll nicht mehr als etwa 6 ccm betragen. Gas, das sich vor Beginn des Schüttelns entwickelt hat, soll ausgetrieben und nicht mitgerechnet werden. Warington[2] beobachtete, dass bei Fällung der Chloride durch Silbersulfat, wenn organische Substanzen zugegen waren, stets etwas Silberchlorid durch's Filter ging. Er untersuchte deshalb nochmals den Einfluss der Chloride und stellte bei dieser Gelegenheit fest, dass die Methode an und für sich stets zu niedrige Resultate giebt, welche bei Gegenwart von Chloriden aber etwas höher ausfallen. Der Einfluss organischer Substanzen macht sich gleichfalls stets bemerkbar (besonders derjenige des Rohrzuckers, und wie Lunge[3] fand, auch der Glucose). — Das Gas, welches sich vor dem Schütteln entwickelte, fand Waringtón hervorgegangen aus der Wirkung zwischen Nitrat und organischer Substanz und zum Theil aus Stickstoffoxyd bestehend, weshalb er es mit in Rechnung zog. Durch Chloride wird der Einfluss der organischen Substanz theilweise aufgehoben. Die Reaction im Schüttelrohr blieb unvollkommen; beim Stehen des Gases im Messrohr vermehrte sich das Volum desselben während einiger Tage. — Lunge[4] benutzte zu den Bestimmungen nach dieser Methode einen besonderen Apparat, das Nitrometer.

Die Methode hat, wie aus den oben angeführten Urtheilen, namentlich von Waringtón, hervorgeht, von dem Fehler nicht freigesprochen werden können, dass organische Substanzen in irgendwie erheblicher Menge bedeutende Verluste und ungenaue Resultate verursachen, ferner dass die Anwesenheit und Menge von Chloriden von Einfluss ist, sowie dass sie längere Zeit in Anspruch nimmt. Wenn auch Davis[5] dieselbe bei der Untersuchung von Vitriolöl, wo die Verhältnisse ungleich günstiger liegen, wie beim Wasser, vortheilhaft fand, so ist sie doch aus den angegebenen Gründen für die Wasseruntersuchung nicht brauchbar.

Weltzien[6] bestimmt die Salpetersäure, wie es bei der Bestimmung von Stickstoff in organischen Substanzen üblich ist, durch Reduction zu Stickstoff vermittelst Kupfer. Er dampft das zu untersuchende Wasser ein, fällt durch vorsichtigen Zusatz von Natriumcarbonat das Calcium und

[1] *Sutton, Volumetric Analysis.* III. ed. p. 316.
[2] *Journ. of the chem. soc.* 1879. p. 375 ff.
[3] *Berichte d. Chem. Ges.* Bd. XI. S. 434. [4] A. a. O.
[5] *Chem. News.* Bd. XXXVII. p. 45. [6] *Ann. Chem. Pharm.* Bd. CXXXII. p. 215.

Magnesium aus, indem er gleichzeitig deren Nitrate in Natriumnitrat überführt, filtrirt, dampft das Filtrat zur Trockne und mischt den Rückstand mit fein vertheiltem Kupfer (aus Kupferoxyd durch Reduction mittelst Wasserstoffs erhalten). Dieses Gemenge wird in einer etwas langen Verbrennungsröhre erhitzt, nachdem alle atmosphärische Luft durch Kohlensäure verdrängt ist, und der entwickelte Stickstoff wird über Quecksilber aufgefangen. Es ist selbstverständlich, dass diese Art der Bestimmung für den in Rede stehenden Zweck ziemlich werthlos ist, da viele andere im Wasser möglicherweise vorhandene Stickstoffverbindungen hierbei in derselben Weise zersetzt werden können, wie die Salpetersäure.

Reduction zu Ammoniak.

Von vielen Seiten ist ferner der Weg eingeschlagen worden, die Salpetersäure in ihr letztes Reductionsproduct, das mit Leichtigkeit quantitativ bestimmbare Ammoniak, zu verwandeln. Dies durch Glühen des Verdampfungsrückstandes eines Wassers mit Natronkalk erreichen zu wollen, würde aus demselben Grunde fehlerhaft sein, wie die Reduction mit Kupfer, da auch hier viele andere Stickstoff enthaltende Körper dasselbe Product ergeben. Ausserdem verläuft diese Methode nach Finkener[1] nicht quantitativ.

Hierher gehört besonders die Methode, die Salpetersäure durch Wasserstoff im Entstehungszustande zu reduciren; derselbe wird durch ein Metall und eine Säure oder ein Alkali entwickelt. Die Reduction in saurer Lösung, und zwar durch Wasserstoffentwickelung aus Schwefelsäure mittelst Zink, wurde von Martin,[2] sowie von Krocker und Dietrich[3] vorgeschlagen. Während jener das gebildete Ammoniak in titrirte Säure überdestillirt und den nicht neutralisirten Theil derselben massanalytisch ermittelt, bestimmen die Letzteren das entstandene Ammoniak durch Versetzen der Flüssigkeit mit bromirtem, unterchlorigsaurem Natron und Titriren des Ueberschusses mit arsenigsaurem Natron. Finkener[4] findet, dass sich bei wenig Schwefelsäure Stickstoffoxyd entwickelt, bei mehr Schwefelsäure und viel Zink nicht; keinesfalls sei die Umwandlung vollständig, 20 Proc. Fehler seien kaum mit Sicherheit zu vermeiden. Bei der Bestimmungsart von Krocker und Dietrich käme noch hinzu, dass viele organische Substanzen durch bromirte Lauge oxydirt werden, also einen Mehrverbrauch derselben bedingen. Auch ist die Ungenauigkeit des Verfahrens nachgewiesen worden durch Fresenius[5] und Terreil.[6]

[1] Rose, *Handbuch der anal. Chemie.* 6. Aufl. S. 829.
[2] *Comptes rendus.* Bd. XXXVII. p. 947.
[3] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. III. S. 64. [4] A. a. O.
[5] *Anleitung zur quant. Anal.* 4. Aufl. S. 372. [6] *Comptes rendus.* Bd. LXIII. p. 630.

Für die Reduction in alkalischer Lösung wurden zur Herbeiführung der Wasserstoffentwickelung verschiedene Metalle in Vorschlag gebracht, z. B. Natriumamalgam von Blunt[1], Aluminium von Chapman[2]. Finkener[3] fand auch diese Methoden nicht brauchbar: Die Salpetersäure werde zwar vollständig zersetzt, aber nicht sämmtlicher Stickstoff derselben gehe in Ammoniak über; in verdünnter alkalischer Lösung und bei gewöhnlicher Temperatur werde nur wenig Ammoniak gebildet, mehr bei erhöhter Temperatur und in concentrirter Lösung; bei sehr concentrirter Lösung, namentlich wenn sofort erwärmt wird, sinke die Menge des Ammoniaks wieder. Auch Harcourt[4] konnte bei Anwendung eines Metalles keine guten Resultate erhalten, wohl aber, wenn er gleichzeitig Zink und Eisen benutzte; dies erklärt sich aus der elektrolytischen Wirkung, indem Zink und Eisen in Berührung mit einem flüssigen Leiter einen kräftigen galvanischen Strom erzeugen. Dieses Verfahren hält Schneider[5] für sehr gut, macht aber darauf aufmerksam, dass der Apparat zweckmässig construirt sein muss, um das Ueberreissen von Alkali und Zink zu verhindern. Siewert[6] ersetzt, um das Schäumen und Uebersteigen der Kalilauge bei der Destillation zu verhindern, die wässerige Flüssigkeit durch alkoholische. Hierbei erhielt Hager[7] nur etwa $^9/_{10}$ der wirklich vorhandenen Salpetersäure wieder; er glaubt, dass dies an der Construction des Apparates liege und sich durch Anwendung eines kleinen Entwickelungskolbens vermeiden lasse. Fuchs[8] konnte nach den Methoden von Harcourt und Siewert keine guten Resultate erhalten, während Reichardt[9] und Pavesi[10] sie als brauchbar anerkennen.

F. Schulze[11] sucht die vollständige Reduction auf ähnliche Weise zu erzielen, indem er platinirtes Zink in Anwendung bringt, während er früher[12] Aluminium empfohlen hatte; er erhielt bei Anwendung reiner Salpeterlösung genaue Resultate. Wolf[13] dagegen giebt an, dass die Einwirkung im Anfang sehr stark sei, dass sich aber die Flüssigkeit stark

---

[1] *Archiv für Pharmacie.* Bd. CLXXXXIX. S. 130.
[2] *Journ. f. prakt. Chem.* Bd. CIV. S. 253; *Zeitschr. anal. Chem.* Bd. VIII. S. 216.
[3] A. a. O.
[4] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. II. S. 14.
[5] *Ebenda.* Bd. IV. S. 226.
[6] *Ann. Chem. Pharm.* Bd. CXXV. p. 293.
[7] *Pharm. Centralhalle.* Bd. XII. S. 17.
[8] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. VI. S. 175.
[9] *Ebenda.* 1869. S. 118.
[10] *Berichte der Chem. Ges.* Bd. III. S. 914.
[11] *Chem. Centralbl.* 1861. S. 833.
[12] *Ebenda.* 1861. S. 657.
[13] *Ebenda.* 1862. S. 379.

erwärme und dadurch stets zu wenig Ammoniak erhalten werde, dass ferner das Platin sich schnell loslöse und dann die Wasserstoffentwickelung sehr langsam vor sich gehe. Deshalb zieht auch er die Anwendung von Zink- und Eisenfeile vor.

Für die Ausführung des Harcourt-Siewert'schen Verfahrens giebt Koenig[1] folgende genaue Vorschriften: Als Entwickelungsgefäss wird ein Kolben von etwa 400 ccm Inhalt benutzt, der mit einem gut schliessenden Kork oder Kautschukstopfen versehen ist. Das durch denselben gehende Ableitungsrohr ist zu einer Kugel von etwa 50 ccm Inhalt aufgeblasen, aus welcher die Dämpfe durch eine umgebogene feine Spitze weitergeleitet und in einer U-förmigen Peligot'schen Vorlage, die sich in einem grösseren Gefäss mit kaltem Wasser befindet und mit einem gemessenen Volum $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure gefüllt wird, aufgefangen werden. In den Kolben werden 50 ccm des durch Eindampfen entsprechend concentrirten Wassers, ferner je 8 bis 10 grm Zink- und Eisenfeile sowie 75 ccm Spiritus gebracht; darauf wird eine Stange reinsten, vornehmlich salpeterfreien Kaliumhydrats hinzugefügt, schnell der Verschluss hergestellt und destillirt. Da die Urtheile über diese Methode günstig lauten, stellte ich mit derselben einige Versuche an, welche bei Anwendung reiner Salpeterlösung und bei etwa zwei Stunden lang fortgesetztem Erhitzen auf dem Sandbade gute Resultate ergaben; es konnte in diesem Falle auch das empfohlene Hinzufügen von Alkohol unterbleiben; dagegen liess sich beim Erhitzen über freier Flamme, auch wenn Alkohol zugefügt wurde, das Uebersteigen von etwas Kalilauge nicht vermeiden, wie folgende Versuche darthun:

Tabelle IV.

Nummer	Angewendet wurden an N_2O_5 mgrm	Zur Neutralisation verbraucht $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure ccm	Entsprechend einer Menge N_2O_5 von mgrm	Von der angewendeten Menge gefunden in Procenten	Bemerkungen.
1	10	0·9	9·72	97·2	Im Sandbade mit Alkohol.
2	25	6·0	64·8		Ueber freier Flamme mit Alkohol.
3	25	6·5	70·2		
4	25	8·0	86·4		Ueber freier Flamme ohne Alkohol.
5	25	5·6	60·08		
6	25	5·4	58·32		
7	25	2·25	24·3	97·2	Im Sandbade ohne Alkohol.
8	25	2·3	24·84	99·36	

[1] *Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel.* II. Aufl. 2. Thl. S. 669.

In Bezug auf den Einfluss organischer Substanzen giebt Pavesi[1] an, dass dieselben, wenn sie stickstoffhaltig sind, das Resultat erhöhen. König[2] fürchtet nur, dass sie, wenn in grosser Menge vorhanden, beim Eindampfen Zersetzung und in Folge dessen Verlust von Salpetersäure herbeiführen könnten. In solchem Falle macht er das Wasser mit Kalilauge alkalisch, erwärmt und versetzt mit einer eben hinreichenden Menge Chamaeleonlösung. Abgesehen davon, dass eine Erhöhung des Resultates durch den Stickstoffgehalt der organischen Substanzen hierdurch nicht ausgeschlossen wird, erscheint auch der Fehler, der durch Zersetzung der Salpetersäure entstehen könnte, nicht beseitigt; denn Chamaeleonlösung oxydirt einen grossen Theil organischer Substanzen erst bei einer Temperatur, bei welcher die Salpetersäure leicht in Mitleidenschaft gezogen werden kann. Von den nachfolgenden Versuchen sind 1 und 3 ohne vorhergehende Oxydation, 2 und 4 mit derselben angestellt. Bei 1 und 2 wurde Harnstoff, bei 3 und 4 Rohrzucker, jedesmal etwa 10 mg, zugesetzt.

Tabelle V.

Nummer	Angewendet N_2O_5 mgrm	Zur Neutralisation verbraucht $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure ccm	Entsprechend einer Menge N_2O_5 von mgrm	Von der angewendeten Menge gefunden in Procenten.
1	25	2·5	27·0	108·0
2	25	2·6	28·08	112·32
3	25	1·15	23·22	92·88
4	25	2·20	23·76	95·04

Es ergiebt sich also, dass bei Gegenwart organischer Substanzen auch diese Methode keine zuverlässigen Resultate aufweist. Ausserdem muss natürlich, wenn Ammoniak von vornherein im Wasser vorhanden war, dasselbe vorher ausgetrieben oder in einer besonderen Operation bestimmt und in Abzug gebracht werden.

Dritte Gruppe.

Durch die Oxydationsvorgänge, welche die Salpetersäure bewirkt, werden bei einigen Substanzen charakteristische Farbenreactionen hervorgebracht, aus welchen man auf die Gegenwart der Säure zu schliessen vermag. Am längten bekannt sind die Entfärbung des Indigoblaus und die dunkle Färbung, welche sich an der Berührungsstelle einer salpetersäurehaltigen Flüssigkeit und einer Eisenoxydullösung in Folge der Absorption des entstehenden Stickoxyds durch die letztere bildet. Als empfindlichere Reactionen gelten insbesondere die nachstehenden:

[1] *Berichte der Chem. Ges.* Bd. III. S. 914. [2] A. a. O.

Phenylschwefelsäure, angegeben von Sprengel[1], befürwortet von Lindo[2], giebt mit Nitratlösungen eine röthlich braune Färbung.

Schwefelsaures Anilin, angegeben von Braun[3], giebt unter gleichen Umständen eine rosenrothe Färbung, reagirt noch bei geringerem Salpetersäuregehalt, als das vorige.

Brucin, dessen gleichfalls rosenrothe Färbung durch Salpetersäure Kersting[4] auffand, wurde auch empfohlen von Luck,[5] Schoenn,[6] Nicholson[7] und Reichardt[8]. Der Letztere stellte genaue Versuche über seine Wirksamkeit und die des schwefelsauren Anilins an und fand es noch ungefähr zwei bis drei Mal so empfindlich als letzteres.

Diphenylamin, von Kopp[9] zum Nachweis der Nitrose in Schwefelsäure, von Proskauer[10] für die Wasseranalyse angegeben, färbt sich durch die geringste Spur Salpetersäure schön blau; die Reaction ist mindestens ebenso empfindlich und leichter erkennbar, als diejenige mit Brucin.

Titrirung mit Indigo.

Zur quantitativen Bestimmung hat von diesen Reactionen nur die Entfärbung des Indigoblaus nennenswerthe Anwendung gefunden, indem aus der Menge der entfärbten Indigolösung die Salpetersäure berechnet wird.

Marx[11] nimmt 50 ccm Wasser, welche nicht mehr als 5 bis 6 mg Salpetersäure enthalten dürfen, setzt dazu 100 ccm concentrirte Schwefelsäure, wodurch die Flüssigkeit auf ungefähr 120 °C. erwärmt wird, und lässt dann Indigolösung, deren Wirkungswert auf dieselbe Weise mit Salpeterlösung von bekanntem Gehalt bestimmt wurde, zufliessen, bis die Farbe dauernd bläulich grün bleibt. Die Indigolösung wählt er so, dass ungefähr 4 ccm einem Milligramm Salpetersäure entsprechen. Nach seinen eigenen Angaben konnte er auf diese Weise bis auf $^1/_2$ mg in 50 ccm, also 10 mg im Liter, genaue Bestimmungen vornehmen. Bessere Resultate, nämlich bis auf 2 mg im Liter genau, erzielte Finkener.[12] Derselbe benutzte eine concentrirtere Indigolösung, so dass ungefähr 1 ccm einem Milligramm Salpeter-

---

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. III. S. 115.
[2] *Chem. News.* Bd. XXXVI. p. 155; *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. XVII. S. 220.
[3] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. VI. S. 71.
[4] *Ann. Chem. Pharm.* Bd. CXXV. p. 254.
[5] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. VIII. S. 407.
[6] *Ebenda.* Bd. IX. S. 211.
[7] *Chem. News.* Bd. XXV. p. 89.
[8] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. IX. S. 215. vgl. Wagner, *ebenda.* 1881. S. 329.
[9] *Berichte der Chem. Ges.* Bd. V. S. 284.
[10] *Correspondenzblatt analytischer Chemik.* 1878.
[11] *Zeitschr. für anal. Chem.* 1868. S. 412.
[12] Rose, *Handbuch der analytischen Chemie.* 6. Aufl. 829 ff.

säure entsprach, liess zu 50 ccm Wasser 33 ccm concentrirte Schwefelsäure fliessen, erhitzte in einem Becherglase unter Umrühren mit einem Thermometer schnell auf 122 bis 125 °C. und titrirte dann so schnell als möglich, nicht länger als höchstens zwei Minuten. Das zu untersuchende Wasser muss hierbei so verdünnt sein, dass nicht mehr als 5 ccm Indigolösung verbraucht werden.

Goppelsröder[1] fand, dass zur völligen Reduction der gleichen Menge Salpetersäure mehr Indigo nöthig wurde, sobald die durch einen Versuch nach der Methode von Marx ermittelte, zur Reduction einer gewissen Menge Salpetersäure nöthige Menge Indigolösung bei einem zweiten Versuche auf ein Mal zugesetzt wurde. Dieselbe Beobachtung machte auch Trommsdorf[2], der deshalb das Verfahren dahin abänderte, dass durch einen Vorversuch zunächst die ungefähre Menge der erforderlichen Indigolösung in Erfahrung gebracht, diese dann bei einem zweiten Versuch auf einmal hinzugefügt, und sorgfältig weiter titrirt wird; dies wird nöthigenfalls noch mehrmals wiederholt, bis übereinstimmende Resultate erhalten werden. Derselbe wendet nur 25 ccm Wasser und 50 ccm concentrirte Schwefelsäure und eine Indigolösung an, von welcher 6 bis 8 ccm einem Milligramm Salpetersäure entsprechen.

Da bei der bedeutenden Erwärmung, namentlich wenn organische Substanzen zugegen sind, eine theilweise Zersetzung der Salpetersäure schon vor der Einwirkung auf Indigo zu befürchten ist, so fügt van Bemmelen[3] die durch einen Vorversuch ermittelte ungefähre Menge Indigolösung beim zweiten Versuche schon vor der Schwefelsäure hinzu, welch' letztere das doppelte Volum der gesammten wässerigen Lösung betragen soll. Fischer,[4] der auf Grund zahlreicher Versuche die verschiedenen eben erwähnten Methoden bespricht, kommt zu dem Resultate, dass bei Bemmelen's Verfahren weniger Ungenauigkeiten durch die Anwesenheit organischer Stoffe entstehen, da die Salpetersäure beim Freiwerden bereits hinreichend Indigo vorfindet, dass aber hierbei, um brauchbare Resultate zu erhalten, mindestens vier oder fünf Versuche angestellt werden müssen, mithin der Aufwand an reiner Schwefelsäure bedeutend ist; er schlägt daher vor, Indigolösung aus Indigocarmin mit Schwefelsäure zu mischen und dann allmählich unter Umschütteln von der Salpeterlösung bis zur schwach grünlichen Färbung zufliessen zu lassen. Eine Reihe von Versuchen gab ziemlich genau übereinstimmende Resultate.

---

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* 1870. S. 1.
[2] *Ebenda.* 1870. S. 171.
[3] *Ebenda.* 1872. S. 136.
[4] *Journal für prakt. Chem.* 1873. S. 57.

Mayrhofer[1] findet, dass zur Erreichung genauer Resultate die Salpeterlösungen stets genau dieselbe Concentration haben müssen. Da es zeitraubend und schwierig ist, dies genau zu treffen, so empfiehlt er durch den Versuch für Lösungen von verschiedenem Gehalt die erforderliche Menge Indigo zu bestimmen. Er benutzt eine Indigolösung, von welcher 5 ccm gerade 5 ccm einer Kaliumnitratlösung, die 96,2 mgrm KNO_3 = 60 mgrm HNO_3 oder 51·43 mgrm N_2O_5 im Liter enthält, dauernd blaugrün färben; die für Salpeterlösungen von verschiedenem Gehalt nöthigen Mengen dieser Indigolösung wurden in einer Tabelle zusammengestellt, in der man nur die Zahl der verbrauchten Cubikcentimeter Indigo aufzusuchen braucht, um sofort den Gehalt an N_2O_5 per Liter zu erfahren, sobald man immer 5 ccm der betreffenden Lösung und 5 ccm concentrirte Schwefelsäure bis zur dauernden Blaugrünfärbung damit versetzt hat. Da aber der Wirkungswerth einer Indigolösung durchaus nicht genau proportional dem Verdünnungsgrade ist, so ist es ausserordentlich schwer, die Indigolösung genau in der verlangten Weise einzustellen, und daher ist die Tabelle ziemlich zwecklos; es ist vielmehr vorzuziehen, die zu untersuchende Flüssigkeit annähernd auf denselben Concentrationsgrad zu bringen, wie die zur Titerstellung benutzte und, da die Methode auf ganz genaue Resultate doch keinen Anspruch machen kann, den Fehler bei der Umrechnung mit in den Kauf zu nehmen.

Das Verfahren nach Bemmelen sowohl als nach Fischer bringt keinen Vortheil. Seltsamerweise stellte sich nämlich heraus, was auch Mayrhofer[2] angiebt, dass ein momentaner Ueberschuss der Indigolösung störend auf das Resultat einwirkt, indem dasselbe zu niedrig ausfällt.

Nach dem Verfahren von Marx-Trommsdorf gelingt es bei einiger Uebung leicht, gut übereinstimmende Resultate zu erhalten, wenn reine Salpeterlösung der Untersuchung unterworfen wird, und wenn diese nahezu dieselbe Concentration besitzt, wie die zur Titerstellung benutzte.

Es wurden verbraucht:

für 1 mrgm N_2O_5 : 7·2, 7·2, 7·2 ccm Indigolösung
für 0·5 „ N_2O_5 : 3·5, 3·5, 3·5 „ „ „ also 97·2 % } der aus dem Titer be-
für 0·25 „ N_2O_5 : 1·9, 1·9, 1·9 „ „ „ 105·5 % } rechneten Menge.

In Bezug auf Gleichheit der Concentration ist also die oben erwähnte Modifikation von Mayrhofer berechtigt. Dagegen hat dieselbe den Fehler, dass sie mit zu kleinen Quantitäten arbeitet, wodurch die geringsten Zufälligkeiten oft einen bedeutenden Einfluss auf das Resultat ausüben. So konnte ich wochenlang, obwohl ich mir schon eine ziemliche Uebung an-

[1] *Correspondenzen der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie.* August 1884. S. 3.

[2] A. a. O.

geeignet hatte, keine auch nur im entferntesten übereinstimmenden Resultate erhalten, und zwar wahrscheinlich deshalb, weil die von mir benutzte Schwefelsäure durch längeres Stehen etwas an Concentration eingebüsst hatte; wenigstens stimmten die Resultate sofort gut überein, als ich in Besitz von frischer Schwefelsäure gelangt war. Bei dem Verfahren nach Marx-Trommsdorf hatte ich jene erste Säure anstandslos verwenden können.

Es ist klar, dass organische Substanzen bei sämmtlichen auf Oxydation des Indigo beruhenden Methoden von grossem Einflusse sein müssen. Der Versuch Bemmelen's, diesen wenigstens theilweise zu beseitigen, bringt, wie oben dargethan wurde, wieder einen anderen Fehler mit sich. Fraglich schien es, ob salpetrige Säure ebenso wirke wie Salpetersäure. Goppelsröder glaubte dies, gestützt auf eine Reactionsangabe von Schönbein, annehmen zu müssen, während Trommsdorf es auf Grund mehrerer Versuche mit Silbernitrit bestritt. Struve[1] stellte diesbezügliche Versuche mit Ammoniumnitrit an und fand, dass sowohl die Nitrate als die Nitrite zur vollen Wirkung gelangen. Heraeus[2] constatirt sogar, dass salpetrige Säure in weit stärkerem Maasse einwirke als Salpetersäure. Zu diesem Resultate kam er durch einen Versuch mit äquivalenten Mengen der beiden Kalisalze. Ich wiederholte diesen Versuch und fand, dass die durch äquivalente Mengen von Nitraten und Nitriten entfärbten Indigomengen vollkommen gleich sind. Als äquivalente Mengen sind hier solche zu verstehen, welche das gleiche Quantum Sauerstoff, unter Voraussetzung der Reduction zu Stickstoffoxyd, abgeben.

Färbung des Diphenylamins.

Das Diphenylamin, in concentrirter Schwefelsäure gelöst, giebt mit Salpetersäure so schöne und je nach der Menge der vorhandenen Salpetersäure verschieden intensive Blaufärbung, dass der Gedanke nahe lag, diese Reaction zu einer colorimetrischen Bestimmung zu benutzen. Kopp[3] hat dies bereits für die Untersuchung der rohen Schwefelsäure vorgeschlagen. Er versetzt 1 ccm der zu untersuchenden Säure und 1 ccm Schwefelsäure von bekanntem Gehat an Salpetersäure mit einem Ueberschuss des Reagens (0·1 grm Diphenylamin in einem Liter reiner Schwefelsäure) und verdünnt die stärker blaugefärbte Lösung mit reiner Schwefelsäure, bis die Färbungen gleich sind.

Der Anwendung für die Wasseruntersuchung schien sich die Schwierigkeit in den Weg zu stellen, dass die schwefelsaure Lösung des Diphenylamins, bez. die in dieser durch Salpetersäure bewirkte Blaufärbung,

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* 1872. S. 25.
[2] *Z. f. Hyg.* Bd. I. Hft. 2. S. 193.
[3] *Berichte der Chem. Ges.*. Bd. V. S. 284.

sich schon mit geringen Mengen von Wasser zersetzt. Es musste deshalb vor allen Dingen festgestellt werden, welchen Wasserzusatz die Lösung verträgt; es ergab sich, dass der zehnte Theil des Volumens der Lösung an Wasser zugefügt werden kann, ohne dass Zersetzung eintritt. Die entstehenden Färbungen lassen sich sehr schön abstufen; es gelang mir festzustellen, dass die doppelte Menge einer Salpeterlösung genau dieselbe Farbenintensität hervorruft wie die einfache Menge einer doppelt so concentrirten, ferner beispielsweise 0·1 ccm einer Lösung mit 30 mgrm N_2O_5 und 0·1 ccm einer solchen mit 40 mgrm N_2O_5 im Liter zusammen dieselbe Färbung hervorbrachten wie 0·1 ccm einer Lösung mit 70 mgrm N_2O_5 im Liter.

Zur Ausarbeitung einer colorimetischen Methode stellte ich nun eine Anzahl Lösungen mit 100, 90, 80 u. s. w. bis 10, dann mit 9, 8, 7 u. s. w. bis 1 mgrm N_2O_5 im Liter her. Da nur geringe Mengen nöthig sind, so ist die Arbeit, wenn man von einer 1 mgrm im Cubikcentimeter enthaltenden Lösung ausgeht, eine ganz unbedeutende. Dann brachte ich in eine Anzahl kleiner kolorimetrischer Röhrchen, die in einem Stativ auf einer Milchglasplatte ruhten, je 2 ccm der Kopp'schen Lösung von Diphenylamin in reiner Schwefelsäure, ferner je 0·1 ccm einerseits von dem zu untersuchenden Wasser, andererseits von einigen jener Probelösungen mit bekanntem N_2O_5-Gehalte. Das Auffüllen der Röhrchen mit reiner Schwefelsäure bis zur Marke ist nur bei starker Blaufärbung zu empfehlen. In anderen Fällen tritt die Nuancirung, die durch die Verdünnung mitunter verwischt wird, klar hervor, wenn man die Röhrchen im Stativ stehen lässt und von oben her etwas schräg gegen die Milchglasplatte hinsieht. Die Lösungen in den Röhrchen sind durch Umrühren gut zu mischen. Der ungefähre Gehalt an N_2O_5 wurde schnell gefunden und konnte derselbe mit Hülfe der schwachen Lösungen bis auf 1 mgrm im Liter ziemlich genau bestimmt werden. Einige Lösungen, deren Gehalt an Salpetersäure bekannt, mir aber verheimlicht war, untersuchte ich auf diese Weise und gelangte zu vollkommen richtigen Resultaten. Organische Substanzen zeigten sich ohne Einfluss auf den Grad der Färbung. Dagegen rufen einigermaassen erhebliche Mengen von Eisenoxyd ihrerseits ebenfalls eine beträchtliche Blaufärbung hervor. Deshalb ist es gerathen, eisenhaltiges Wasser, welches sehr wenig Salpetersäure enthält und infolgedessen eingedampft werden muss, mit etwas Natronlauge zu erwärmen, zu filtriren und dann wieder auf das ursprüngliche oder ein entsprechend verringertes Volumen zu bringen. Diese Methode gestattet, wie aus dem Gesagten hervorgeht, eine ziemlich genaue Schätzung der Salpetersäure im Wasser.[1]

[1] Bei der Reinigung der Röhrchen mit reinem Wasser überziehen sich die Wände mit einer schwer zu entfernenden weissen Trübung. Dies wird vermieden, wenn man dem Wasser einige Tropfen reine Salzsäure zusetzt.

Ausser den bisher besprochenen Methoden sind auch einige gewichtsanalytische angegeben worden, die aber ihrer Umständlichkeit wegen wenig Beachtung für die Wasseranalyse gefunden haben. So destillirt I. Fuchs,[1] nach vorangegangener Oxydation der organischen Substanzen, mit Schwefelsäure, fängt die Salpetersäure und die Salzsäure, welche dadurch frei werden, in einer Vorlage auf, welche in Wasser suspendirtes Bariumcarbonat enthält, bestimmt die in Lösung gegangene Menge Barium, zieht den der vorher bestimmten Chlormenge entsprechenden Theil ab und berechnet aus dem Reste die Salpetersäure. Bei dieser Art der Bestimmung ist es nicht zu vermeiden, dass sowohl bei der Oxydation der organischen Substanzen als bei der Destillation ein Theil der Salpetersäure sich zersetzt und für die Bestimmung verloren geht. Auch scheint es nicht ausgeschlossen zu sein, dass sich bei der Oxydation der organischen Substanzen flüchtige Säuren bilden könnten, welche ihrerseits wieder Bariumcarbonat zu lösen vermögen.

A. Müller[2] sucht die organische Substanz und die Salpetersäure gleichzeitig zu bestimmen. Er verdampft mit einem Ueberschuss von Natriumcarbonat zur Trockne, digerirt den Rückstand mit heissem Wasser, filtrirt und wäscht sorgfältig aus. Das Filtrat wird mit Salzsäure genau neutralisirt, zur Trockne verdampft, der Rückstand bei 115 bis 120° C. getrocknet, gewogen und zuerst für sich zur Zerstörung der organischen Substanzen, sodann nach Zusatz von Kaliumdichromat zur Austreibung der Salpetersäure geglüht. Hiergegen wendet G. C. Wittstein[3] mit Recht ein, dass der erste Glühverlust bereits einen Theil der Salpetersäure enthalte, da diese zur Verbrennung der organischen Materie verwendet werde und an die Stelle der Nitrate, Carbonate oder Nitrite treten (vgl. die Methode von Fleck S. 169). Um diesen Fehler zu vermeiden, löst er den Rückstand nach dem Glühen in Wasser, ersetzt durch genaue Neutralisation der Lösung mit reiner Salpetersäure die durch Einwirkung der organischen Substanz zerstörte Menge derselben, trocknet wieder ein, fügt ungefähr den dritten Theil von dem Gewichte des Rückstandes genau gewogenes Quarzpulver hinzu, entwässert bei 120°, wiegt, glüht $^1/_4$ Stunde lang und wiegt wieder. Der hierbei auftretende Gewichtsverlust soll die ursprünglich vorhandene Menge der Salpetersäure genau angeben. Es ist aber in Wahrheit auch dieses sehr umständliche Verfahren durchaus ungenau. Wenn, wie Wittstein selbst es für möglich hält, aus den Nitraten beim Glühen durch Einwirkung von organischer Substanz Nitrite entstehen, so

[1] *Zeitschr. für anal. Chem.* Bd. VI. S. 175.
[2] *Berichte der Chem. Ges.* 1870. S. 13.
[3] *Dingl. polytechn. Journ.* Bd. CC. S. 123.

I. Wasser aus dem Hofe des Instituts Klosterstrasse 36 (Oxydirbarkeit 16·1 mgrm $KMnO_4$ pro Liter).

1. Die Lösung war verdünnt 1:4. Die Färbung mit Diphenylamin liess schliessen auf **180·0 mgrm N_2O_5 im Liter.**
2. Die Lösung war verdünnt 1:3. 25 ccm (= $^{25}/_{3}$ ccm des ursprüngl. Wassers) erforderten 10·2 ccm Indigo (7·2 ccm = 1 mgrm N_2O_5), enthielten also 1·416 mgrm N_2O_5, das ursprüngliche Wasser demnach **169·92 mgrm N_2O_5 im Liter.**
3. Die Lösung war verdünnt 1:3. 5 ccm erforderten 5·0 ccm Indigo (6·0 ccm = 60 mgrm HNO_3 im Liter), zeigten also für das urspüngliche Wassser **128·6 mgrm N_2O_5 im Liter.**
4. Die Lösung war concentrirt 4:1. Auf 50 ccm (= 200 ccm des urspr. Wassers) wurden verbraucht 3·1 ccm $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure entsprechend 33·48 mgrm N_2O_5, das ursprüngliche Wasser enthielt demnach **167·4 mgrm N_2O_5 im Liter.**
5. Die Lösung war concentrirt 4:1. Aus 12·5 ccm (= 50 ccm des ursprünglichen Wassers) wurden erhalten 4·0 ccm N_2O_2 bei 761 mm u. 20° = 3·65 ccm bei 0° u. 760 mm, entsprechend 8·82 mgrm N_2O_5. Dies ergiebt für das ursprüngliche Wasser **176·37 mgrm N_2O_5 im Liter.**

II. Wasser aus einem Brunnen in der Spandauerstrasse (Oxydirbarkeit 15·8 mgrm $KMnO_4$ pro Liter).

1. Die Färbung mit Diphenylamin wies auf einen Gehalt von **47·0 mgrm N_2O_5 im Liter.**
2. 25 ccm erforderten 9·0 ccm Indigo (7·2 ccm = 1 mgrm N_2O_5), entsprechend 1·25 mgrm N_2O_5 = **50 mgrm N_2O_5 im Liter.**
3. 5 ccm erforderten 5·4 ccm Indigo (6·0 ccm = 60 mgrm HNO_3 im Liter), entsprechend **46·3 mgrm N_2O_5 im Liter.**
4. Die Lösung war concentrirt 10:1. Auf 50 ccm (= 500 ccm des urspr. Wassers) wurden verbraucht 2·2 ccm $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure, entsprechend 24·84 mgrm N_2O_5 = **49·68 mgrm N_2O_5 im Liter.**
5. Die Lösung war concentrirt 10:1. Aus 25 ccm (= 250 ccm d. urspr. Wass.) wurden erhalten 5·4 ccm N_2O_2 bei 20° u. 756 mm = 4·95 ccm bei 0° u. 760 mm, entspr. 11·98 mgrm N_2O_5 = **47·93 mgrm N_2O_5 im Liter.**

würden diese durch die Neutralisation mit Salpetersäure nicht wieder in Nitrate übergeführt werden und beim zweiten Glühen einen geringeren Gewichtsverlust ergeben, als den ursprünglich vorhandenen Nitraten entspricht.

Ich habe zur besseren Vergleichung zwei stark salpetersäurehaltige Berliner Wässer nach den verschiedenen am brauchbarsten erscheinenden Methoden untersucht und zwar 1. nach dem colorimetrischen Verfahren mit Hülfe von Diphenylamin, 2. dem gebräuchlichen Indigoverfahren nach Marx-Trommsdorf, 3. dem Indigoverfahren nach Mayrhofer, 4. dem Verfahren von Siewert, nach der Vorschrift von Koenig ausgeführt, 5. der Methode Schulze-Tiemann mit den oben angegebenen Modificationen. Es wurden absichtlich diejenigen Methoden, bei welchen subjective Anschauung eine Rolle spielen kann, also 1 bis 3, zuerst vorgenommen (vgl. Tabelle S. 192).

(Als der Versuch II, 5) zum ersten Male ausgeführt wurde und gegen Ende der Operation Kohlensäure durchgeleitet werden sollte, zeigte sich der Kohlensäureapparat erschöpft, der Versuch musste deshalb unterbrochen und nochmals wiederholt werden. Beim ersten Versuche nun, also bei dem Tiemann'schen Verfahren mit Auskochen der Salzsäure, doch ohne Durchleiten von Kohlensäure, ergab sich

$5 \cdot 2^{ccm}\ N_2O_2$ bei $22 \cdot 5^0\ 757^{mm} = 4 \cdot 657^{ccm}$ bei $0^0\ 760^{mm} = 11 \cdot 26^{mgrm}\ N_2O_5$
$= \mathbf{45 \cdot 04^{mgrm}}$ **im Liter.**

Angenommen, dass die unter II, 5 erhaltene Menge genau die richtige sei, so würden auf diese Weise etwa 93·9 Procent der wirklichen Menge gefunden worden sein, was mit den in Tab. II, S. 177 zusammengestellten Resultaten in Uebereinstimmung steht.)

Als Gesammtresultat der geschilderten Versuche ergiebt sich für die praktische Anwendung, dass die Schulze-Tiemann'sche Methode mit den vorgeschlagenen Modificationen für ganz genaue Bestimmungen einzig und allein brauchbar ist, und dass für annähernd genaue Bestimmungen das Diphenylaminverfahren ausreichen würde. Die Indigotitrirung nach Marx-Trommsdorf unter den oben angegebenen Bedingungen oder die Reduction zu Ammoniak nach Harcourt unter geeigneten Vorsichtsmaassregeln dürften bei Anwesenheit geringer Mengen von organischen Stoffen ebenfalls anzuwenden sein.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Die pathogenen Mikroorganismen des Speichels.

Von

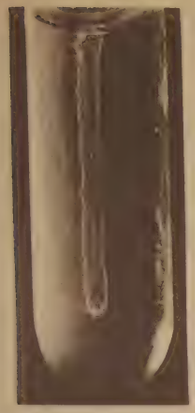
Dr. D. Biondi.

(Hierzu Taf. I.)

Seit den Untersuchungen von Lannelongue und Raynaud haben die infectiösen oder toxischen Eigenschaften des menschlichen Speichels den Gegenstand verschiedener Studien gebildet. Es ist bekannt, dass die genannten Forscher nach der Einspritzung von Speichel eines an Hundswuth erkrankten Mannes bei Kaninchen dieselbe Krankheit hervorgerufen zu haben glaubten. Fernere Beobachtungen erwiesen aber diese Anschauung als falsch und lehrten uns, dass auch schon durch Injectionen vom Speichel gesunder Menschen, d. h. von Mundflüssigkeit, welche in normaler Weise von Mikroorganismen durchsetzt ist, bei Thieren manchmal infectiöse Erkrankungen herbeigeführt werden. Welche unter den vielen Mikroorganismen, die in der normalen Mundflüssigkeit vorhanden sind, pathogen wirken, mit welcher Häufigkeit diese Mikroorganismen gefunden werden, unter welchen Bedingungen sie ihren Einfluss geltend machen und für welche Thiere sie giftig sind, alle diese Fragen sind bis heute noch unerledigt und warten der Erörterung.

Die nachfolgende Arbeit stellt sich die Aufgabe, einigen dieser Fragen näher zu treten.

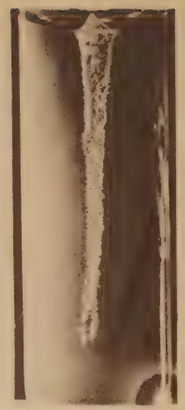
Von 50 verschiedenen gesunden und kranken Individuen habe ich Speichel gesammelt und denselben Thieren mit sterilisirten Spritzen theils subcutan, theils in die Körperhöhlen oder in die Blutgefässe injicirt. Die



I.

II.

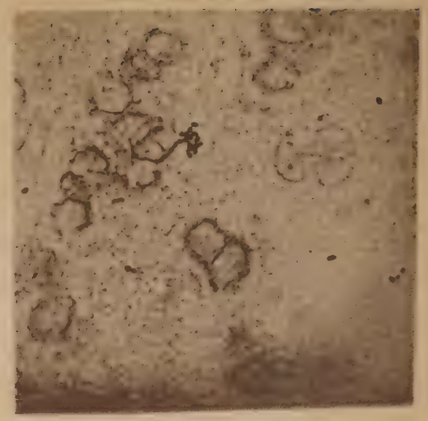
III.



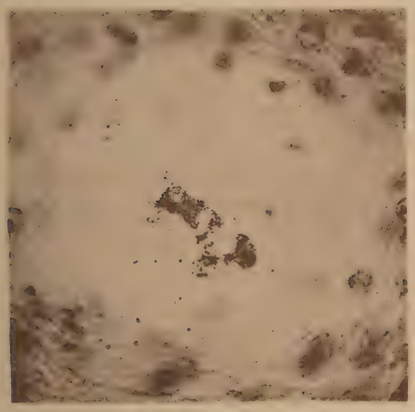
IV.

V.

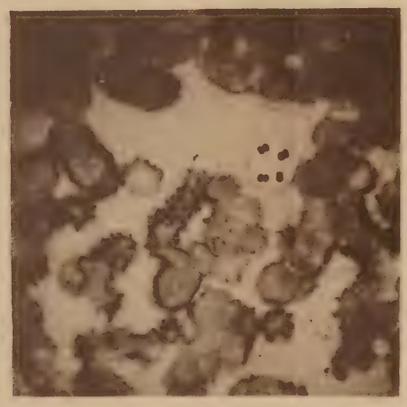
Ia.



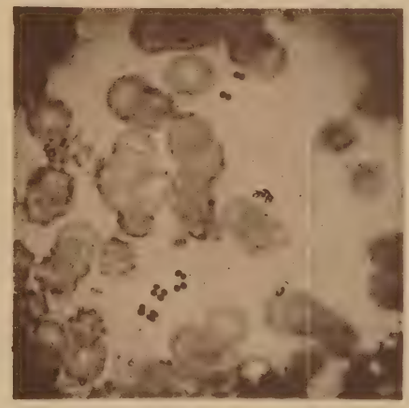
IIa.



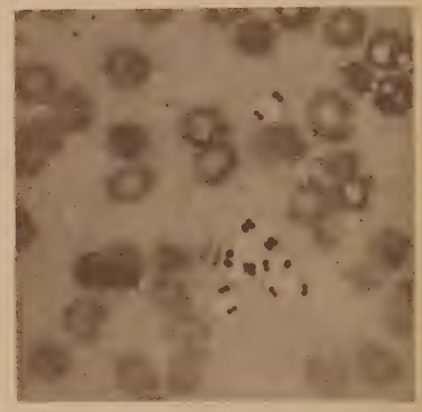
IIb.



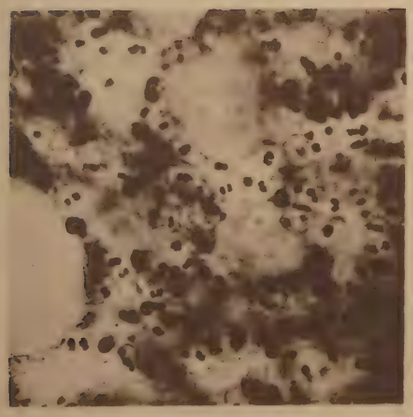
IIIa.



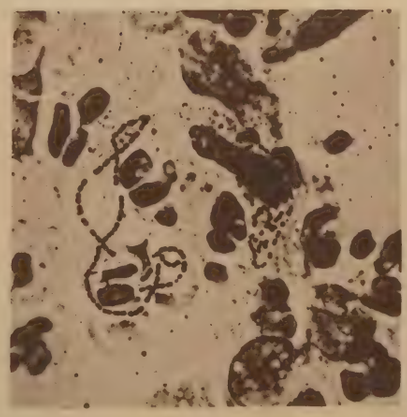
IIIb.



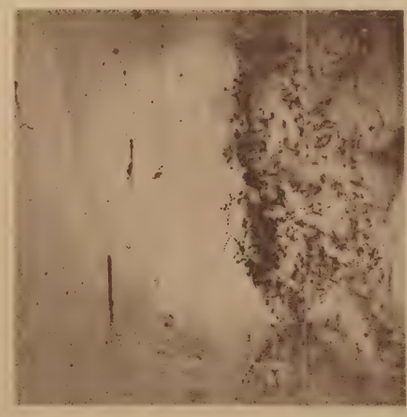
IIIc.



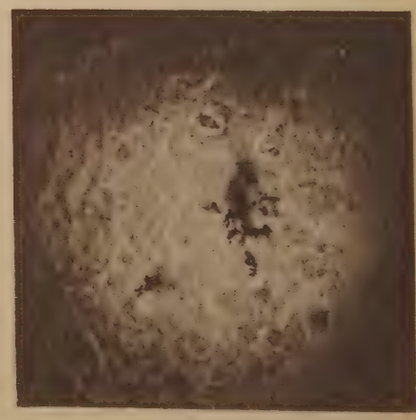
IIId.



IVa.



IVb.



Va.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

LICHTDRUCK V. RÖMMLER U. JONAS, DRESDEN

Quantität des eingespritzten Speichels war eine verschiedene: je nach den Thieren, der Grösse und dem Alter derselben benutzte ich gewöhnlich Mengen von $^1/_2$ bis 2 ccm.[1]

Den Experimenten wurden in der Regel Kaninchen, Meerschweinchen und Mäuse unterzogen, nur in seltenen Fällen Hunde.

Nach der Einspritzung blieb die Mehrzahl der Thiere am Leben, und zwar bisweilen ohne, bisweilen mit vorübergehenden Krankheitserscheinungen, während andere nach einem sehr verschiedenen Zeitraum zu Grunde gingen. Wenige andere endlich zeigten nur locale Erscheinungen.

Von den gestorbenen Thieren wurde fast immer unmittelbar nach dem Tode die Section mit den nothwendigen Vorsichtsmaassregeln unternommen: nachdem zuerst durch rasch angefertigte Trockenpräparate die Anwesenheit der Bacterien im Blut und in den Organsäften festgestellt war, wurden die bekannten Züchtungsmethoden zur Anwendung gebracht, um die vorhandenen Mikroorganismen eventuell von einander zu sondern und rein zu erhalten. Gleichzeitig wurde, um festzustellen, ob das betreffende Thier in Folge einer Intoxication oder einer Infection gestorben war, mit einer Blutprobe ein neues gesundes Thier derselben Art geimpft. War es dann gelungen, den jeweilig wirksamen Mikroorganismus in Reincultur zu gewinnen, so wurden durch eine Reihe von einzelnen Untersuchungen neben seinen pathogenen Eigenschaften auch seine morphologischen und sonstigen biologischen Charaktere nach Möglichkeit festgestellt. Dasselbe gilt auch für den Fall, dass der Speicheleinspritzung nur locale Erscheinungen wie Geschwulstbildung, Eiterung etc. folgten.

Mit Hülfe dieses kurz angegebenen Verfahrens habe ich aus dem Speichel fünf verschiedene pathogene Mikroorganismen isolirt, die ich nach dem mikroskopischen Aussehen, ihrer Herkunft und der durch sie herbeigeführten Erkrankungsform, vorbehaltlich ihrer Identificirung mit schon bekannten Bacterienarten, vorläufig mit folgenden Namen belegt habe: 1. Bacillus salivarius septicus, 2. Coccus salivarius septicus, 3. Micrococcus tetragenus, 4. Streptococcus septopyaemicus, 5. Staphylococcus salivarius pyogenes.

---

[1] Der Speichel wurde gewöhnlich in den ersten Vormittagsstunden in sterilen Gläschen gesammelt. In dem Falle, dass die Mundhöhle zu trocken war, um die nöthige Speichelmenge abzugeben, wurde der Mund mit sterilisirtem Wasser ausgespült und dieses für die Einspritzung benutzt. Manchmal wurde auch mit sterilisirten Instrumenten der Zahnbelag oder der Inhalt cariöser Zähne abgeschabt und mit der Mundflüssigkeit vermischt.

Vor der Benutzung wurde die Reaction des Speichels oft geprüft.

Diese fünf Mikroorganismen unterscheiden sich, wie wir später sehen werden, nicht nur durch ihre morphologischen und biologischen Eigenschaften, sondern auch durch die klinischen Erscheinungen und die anatomischen Befunde, welche durch sie hervorgerufen werden. Infolgedessen müsste man streng genommen bei einem jeden dieser Mikroorganismen von einer bestimmten Krankheitsform sprechen. Doch empfiehlt es sich vielleicht, dieselben, um neue Bezeichnungen zu vermeiden, den altbekannten Kategorien septischer und septopyaemischer Affectionen einzureihen.

Für die zwei ersten Mikroorganismen wurde der Zusatz septicus gebraucht, um eine wirkliche Infection des Blutes ohne Intoxication und ohne Localisation zu bezeichnen. Bei diesen Mikroorganismen scheint es in der That, als ob der Tod nur durch die ausserordentliche Vermehrung der Mikroorganismen im Blute hervorgerufen wird; es scheinen weder Intoxicationsvorgänge noch localisirte Herde vorhanden zu sein.

Bei dem vierten Mikroorganismus ist der Zusatz septo-pyaemicus angewendet worden, weil in bestimmten Fällen neben der Vermehrung des Mikroorganismus im Blute auch örtliche eitrige Herde sich vorfinden.

Der Name des fünften Mikroorganismus endlich bedarf keiner Erläuterung, da derselbe mit den bekannten Eiterstaphylokokken die Eigenschaft gemein hat, locale Abscedirungen hervorzurufen.

I. Bacillus salivarius septicus.

Dieser Mikroorganismus ist derjenige, welcher am häufigsten im Speichel von gesunden und kranken Individuen vorkommt. Schon im Anfang meiner Untersuchungen, October 1885, fiel mir dieser Bacillus auf; später habe ich ihn noch neunmal im Speichel angetroffen. Bei 50 untersuchten Speicheln beobachtete ich ihn zehnmal (in 20 Procent aller Fälle), während sich die sämmtlichen übrigen in einem viel geringeren Procentsatz fanden.

Von den zehn Individuen waren drei an Pneumonie erkrankt, während die übrigen ganz gesund waren. Aus vergleichenden Untersuchungen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass derselbe am zahlreichsten in den ersten Vormittagsstunden und im nüchternen Zustand vorhanden war, und dass dabei der Speichel auch eine leicht saure Reaction zeigte. Dann wirkt der Speichel entschieden am giftigsten, und zwar schon in kleiner Menge, während die Mundflüssigkeit der Nachmittagsstunden (die immer schwach alkalisch ist) nur in grosser Menge denselben pathogenen Effect hervorbringt.

Krankheitsbild: Mäuse und Kaninchen, denen $^1/_2$ bis 1 ccm solchen Speichels injicirt war, gingen gewöhnlich im Laufe von 24 bis 48 bis 72 Stunden zu Grunde. Derselbe Ausgang wurde erreicht, wenn von dem Blute, dem Speichel oder den Organsäften des verstorbenen Thieres andere derselben Species mit einigen Tropfen geimpft wurden.

Bei diesen Thieren trat unter Temperaturerhöhung (1 bis 1·5°) der Tod ein, manchmal unter wiederholten Krämpfen, zuweilen auch nach einem langdauernden Koma. Die Thiere blieben meist 24 bis 26 Stunden, ohne Nahrung zu sich zu nehmen und ohne sich zu bewegen, in tiefem Schlaf. Die Temperatur ging während dieser letzteren Erscheinung auf 35° herunter, die Respirationsbewegungen waren sehr langsam und tief — oft wurden bei Kaninchen blutige Durchfälle beobachtet. Die Mäuse zeigten ausser den genannten Symptomen constant ein charakteristisches Aussehen der Augen. Je mehr die Krankheit fortschritt, desto mehr sammelte sich um die Augen herum eine grosse Quantität von weisslichem Schleim, der schliesslich die Augen ganz verklebte.

Nicht selten aber zeigte das klinische Bild bei Kaninchen bedeutende Abweichungen. Die Thiere gingen, besonders wenn sie sehr gross und kräftig waren, oder wenn das Injectionsmaterial nur in geringer Quantität verwendet wurde, oder wenn es nicht sehr virulent war, statt nach 1 bis 3 Tagen erst nach 20 bis 30 zu Grunde. Während dieses langen Zeitraumes trat Abmagerung, Ausfall der Haare und allgemeine Erschlaffung ein. Schliesslich fielen die Thiere bis zum Skelett ab. — Diese zweite klinische Form, welche auch nach Impfung von Reinculturen desselben Bacillus ab und zu beobachtet wurde, entsprach einem anderen anatomischen Befunde, hier waren im Blute und den Organsäften keine Mikroorganismen vorhanden, sondern nur Detritus.

Dieser letztere klinische Verlauf und anatomische Befund kann wohl als eine subacute Form von Septicaemie bezeichnet werden, um ihn zu differenziren von der ersten Form, die zweifelsohne als eine acute Septicaemie gelten kann.

Pathologischer Befund. Die bald nach dem Tode des Kaninchens gemachte Section zeigt an der Infectionsstelle sowohl bei Injection von Speichel als von Reincultur oder Blut reichliches fibrinöses Exsudat, welches die Infectionsstelle mehrere Centimeter breit umgiebt, sowie oedematöse Infiltration des Unterhautzellgewebes und der benachbarten Muskelschichten. Die Infiltration ist manchmal am Bauch und Rücken eine so ausgedehnte, dass die Thiere beträchtlich geschwollen erscheinen. Nach Abtragung dieser Partien sieht man eine sehr deutliche Gefässinjection

und zwischen den Gefässen zahlreiche Hämorrhagien von verschiedener Grösse, welche das ganze Bild zu einem sehr bunten gestalten. Die Darmschlingen findet man beträchtlich aufgetrieben, und frei in der Bauchhöhle oft eine geringe Menge serösen Exsudats. Die subperitonealen Gefässe sowohl des visceralen wie des parietalen Blattes sind stark injicirt. Auch hier machen sich Hämorrhagien zwischen den injicirten Gefässen bemerkbar, welche übrigens auch in der Pleura- und Pericardialhöhle vorhanden sind. Die Blase ist beträchtlich ausgedehnt, mit Harn überfüllt; in dem letzteren Schleim und Eiterflocken. Die parenchymatösen Organe sind stark vergrössert, hart und rothbraun gefärbt. Am eclatantesten zeigt dies die Milz. Dieses Organ ist bis auf das 2- bis 3fache geschwollen, rothbraun und von elastischer Consistenz. Die Kapsel ist gespannt, durchsichtig, so dass man durch dieselbe viele radiär verbreitete subcapsuläre Hämorrhagien sehen kann. Die Schnittfläche zeigt ein körniges, dunkelrothes Aussehen; auf Druck entleert sich kein Blut. Die Malpighi'schen Körperchen contrastiren mit ihrer blassen Färbung gegen die dunkle Pulpa. Mikroskopisch findet man kleinere und grössere Hämorrhagien, necrotische Massen von hyalinem Aussehen in den venösen Bluträumen. Die Schnittfläche der Leber zeigt eine distincte Venenzeichnung. Mikroskopisch erscheinen die Leberzellen trübe und gleichmässig mit Fett infiltrirt. Die interlobulären Blutgefässe und die Gallengänge sind vergrössert, hyperaemisch, besonders in der Rindensubstanz. In allen diesen Organen, ebenso in den Lungen, der Muskelsubstanz u. s. w. finden sich nun, und zwar in ihrer Vertheilung streng auf die Blutgefässe, namentlich das capillare Gebiet beschränkt, Mikroorganismen, die bald paarweise (was das gewöhnliche ist), bald in Kettenform (jedoch nicht mehr als zu sechs oder acht zusammen), bald zu kleinen Häufchen angeordnet sind. Diese Häufchen nehmen niemals grössere Ausdehnung an; sie liegen hauptsächlich in den venösen Lacunen der Milz und an den Bifurcationsstellen der Gefässe; das letztere ist besonders in der Leber und den Nieren der Fall. In den Nieren gruppiren sich die Mikroorganismen um die Glomeruli herum und in den Gefässen des Bindegewebes, welches die Harncanälchen umgiebt, jedoch waren mikroskopisch niemals die Mikroorganismen innerhalb der Canälchen nachweisbar; in dem Blaseninhalte aber habe ich manchmal dieselben Mikroorganismen durch Züchtung nachgewiesen.

In der Pleurahöhle findet man ausser dem erwähnten serösen Exsudat und den subpleuralen Hämorrhagien nichts Besonderes. Die Lungen zeigen sich im Falle von subcutaner Impfung stets nur etwas hyperaemisch und oedematös. Das Herzblut ist gewöhnlich flüssig und blass, was für diese Infection charakteristisch zu sein scheint. Das Blut ist dünn und schmutzig-

grau, wie man leicht an dünnen Schichten zwischen zwei Glasplatten sehen kann.

Mikroskopisch kann man in dem Blute sowohl im gefärbten wie im ungefärbten Zustande schon mit starken Trockensystemen Mikroorganismen erkennen, die immer paarweise und stets zwischen, nie im Innern der Blutkörperchen liegen. Dasselbe Resultat giebt die mikroskopische Untersuchung der pleuralen und peritonealen Flüssigkeit, welche die besten mikroskopischen Bilder liefern.

Die Mäuse zeigten fast denselben anatomischen Befund: allgemeine Körperschwellung, umfangreiches Unterhautoedem, Hämorrhagien u. s. w. Im Blut und der Körperflüssigkeit sind dieselben Mikroorganismen vorhanden.

Die charakteristischen und constanten Befunde dieser Art von Infection sind also folgende: Oedem an der Infectionsstelle, Hämorrhagie um dieselbe und in den parenchymatösen Organen und serösen Höhlen, Milztumor und Mikroorganismen in dem Blute.

Es ist hier zu bemerken, dass diese constanten Befunde sich in verschiedener Deutlichkeit vorfinden je nach der Localität der Infectionsstelle. Im Falle directer Injection in die Ohrvenen waren die Veränderungen des Endocards und Pericards die hervortretendsten; wurde die Injection in die Pleurahöhle gemacht, so waren hier die Erscheinungen am ausgesprochensten; ausser den schon oben genannten Befunden wurden dann mitunter mehr oder weniger ausgedehnte Hepatisationen der Lungen beobachtet. Bei Injection in die Peritonealhöhle kam häufig Peritonitis zu Stande mit sero-fibrinösem Exsudat.

Nach alledem müssen wir sagen, dass dieser Mikroorganismus am intensivsten an der Infectionsstelle wirkt, ohne eine specielle Praedilection für dieses oder jenes Organ an den Tag zu legen. Zunächst vermehrt er sich an dem Orte seines Eintritts, gelangt dann auf dem Wege der Blut- und Lymphgefässe in den übrigen Körper, indem er sich in diesen Bahnen vermehrt, bis schliesslich der Tod erfolgt.

Der subacuten klinischen Form, die dieser Mikroorganismus hervorruft, entspricht wieder ein anderer pathologisch-anatomischer Befund. Starben die Thiere 15 bis 20 bis 30 Tage nach der Impfung, so war das Fettgewebe vollständig verschwunden, die acuten Veränderungen der Organe fehlten völlig, und es fanden sich nur Alterationen chronischer Natur. An der Impfstelle entweder eine kleine circumscripte Schwellung mit käsigem Inhalt oder ein kleines fibröses Knötchen, in wieder anderen Fällen gar nichts. Die inneren Organe anämisch, kein Milztumor: im

Gegentheil war die Milz meist verkleinert und wie die anderen Organe blutleer. Den Hauptbefund dieser subacuten Infection liefert das Blut. Im mikroskopischen Präparat fand sich nur ein Detritus mit relativ wenig noch erkennbaren Blutkörperchen und ohne Mikroorganismen. Bei genauer Untersuchung zeigt dieser Detritus sich zusammengesetzt aus vielen langgezogenen, ausserordentlich feinen Fäden und kleinen Körnchen. Culturversuche lieferten kein positives Resultat. Impfversuche mit diesem Blute hatten keinen Effect.

Morphologie. Der Mikroorganismus erscheint sowohl im Speichel als auch im Blut der Thiere als ein sehr kurzes, elliptisches Stäbchen mit etwas zugespitzten Enden und mit relativ dickerem Körper. Die Länge schwankt zwischen 1 bis $1 \cdot 5 \mu$, die grösste Dicke bis zu $0 \cdot 6 \mu$. Diese Dimensionen gelten für den frischen Zustand, während sich in mikroskopischen Präparaten je nach der verschiedenen Präparationsmethode kleine Differenzen finden. Im lebenden Zustande zeigen die Stäbchen keine besondere Farbe und brechen das Licht sehr wenig, sind aber von einem stark lichtbrechenden Hofe umgeben; eine eigene Bewegung besitzen sie nicht. Die Gruppirung dieser Mikroparasiten im thierischen Gewebe und in Flüssigkeiten ist charakteristisch. In Blut und Flüssigkeit erscheinen sie gewöhnlich paarweise, d. h. in Diplobacillenformen, die bald getrennte Höfe, bald einen gemeinschaftlichen Hof besitzen: im Gewebe hingegen sind sie bald paarweise, bald in kleinen Ketten, bald in ganz kleinen Häufchen anzutreffen, deren einzelne Elemente jedoch stets voneinander getrennt sind. Die Ketten im Gewebe bestehen stets aus paarweisen Gliedern, sind sehr kurz und zeigen nur seitliche Krümmungen, jedoch ohne Schleifenbildung, wie sie bei der Streptokokkenart vorkommt. Die Ketten sind mit Höfen versehen, die bald zwei, bald vier Zellen einschliessen. An gelungenen Präparaten sieht man in diesem letzteren Falle manchmal einen secundären Hof, der in dem primären enthalten ist. In Bouilloncultureu zeigt sich dieser Mikroorganismus in längeren Ketten, deren Elemente in der Form etwas verändert sind: sie sind fast rundlich, zeigen keinen Hof und färben sich sehr ungleichmässig.

Wie andere Mikroorganismen vermehrt sich auch dieser durch Quertheilung und besitzt, wie es scheint, keine Dauerform.

In Bezug auf die Reaction gegen Färbungen ist zu sagen, dass er alle Anilinfarben ausgezeichnet annimmt. Am besten färben sich die in Alkohol oder Chromsäure gehärteten Gewebe oder die Trockenpräparate mit wässeriger Lösung von Methyl- und Gentianaviolett. Auch die Gram'sche Methode lässt sich anwenden.

Leicht erreicht man eine gute Doppelfärbung, wenn die Schnitte zunächst mit Picrocarmin und dann mit einer Anilinwasser-Gentianavioletlösung behandelt werden. Innerhalb des deutlich roth gefärbten Gewebes treten dann die Mikroorganismen mit violeter Farbe hervor.[1]

Trockenpräparate werden mit Eosin und Methylenblau gut doppelt gefärbt.[2] Die Parasiten werden intensiv blau, die Blutkörperchen roth. Die Hüllen sind bei dieser Methode vorzüglich zu sehen. Noch besser und constanter sowohl für Trocken- wie Schnittpräparate ist die Behandlung derselben mit der Gram'schen Methode und Nachfärbung mit Eosin.[3] Diese Behandlungsmethode differenzirt nicht nur Gewebe und Bacillen, sondern auch die letzteren von ihren Kapseln. Der Bacillus erscheint intensiv violett, die Kapsel roth. Dies zeigt, dass der Hof aus einer protoplasmatischen Substanz besteht, die auf Eosin reagirt wie jedes Protoplasma.

Biologie: So leicht es gelingt, diesen Mikroorganismus im Körper der Versuchsthiere zur Vermehrung zu bringen und ihn hier nachzuweisen, so schwer ist eine Reinzüchtung auf den gewöhnlichen Nährböden, und die Erhaltung seiner pathogenen Eigenschaften unter künstlichen Bedingungen. Ueberträgt man ihn aus dem Thierkörper auf neutrale Fleischpeptongelatine, so gelingt es wohl, ihn zum Wachsthum zu veranlassen, doch ist eine Temperatur von mehr als 22° C. wesentliche Bedingung für seine Züchtung; bei niedrigeren Wärmegraden bleiben alle Culturversuche stets resultatlos.

Auf Gelatineplatten erscheint bei etwa 22 bis 24° die erste Spur der Entwickelung nach 4 bis 5 Tagen, doch schreitet sie nur bis zu sehr

---

[1] Die Schnitte kommen $^1/_2$ Stunde in Picrocarmin, werden dann in verdünntem Alkohol gewaschen, kommen darauf $^1/_2$ Stunde in Anilinwasser-Gentianavioletlösung, dann direct in die Gram'sche Jodlösung, Alkohol u. s. w.

[2] Deckglaspräparate: concentrirte alkoholische Eosinlösung 2 bis 3 Minuten, dann Absaugen mit Fliesspapier, concentrirte alkoholische Methylenblaulösung zwei Minuten, Abwaschen im Wasser u. s. w.

[3] Das trockene und durch die Flamme gezogene Deckglaspräparat oder der in Alkohol aufbewahrte Schnitt kommen in eine Anilinwasser-Gentianavioletlösung für $^3/_4$ bis 1 Stunde (in ein mittelgrosses Uhrglas mit Anilinwasser filtrirt man 8 bis 10 Tropfen einer gesättigten alkoholischen Lösung von Gentianaviolet) bei einer Temperatur von 25 bis 30° C. — Dann $1^1/_2$ Minute in Jodlösung, dann drei Mal hintereinander in neuen Alkohol (je 10 bis 15 Minuten), dann nach vollständiger Entfärbung eine Minute lang in concentrirte alkoholische Eosinlösung. Absaugen mit Fliesspapier, Nelkenöl, Canadabalsam. Eine solche Eosinlösung wird am leichtesten angefertigt, indem man in ein Uhrschälchen mit Alkohol eine Nadelspitze Eosinpulver bringt.

geringer Ausdehnung fort und erreicht in 6 bis 7 Tagen überhaupt ihr Ende. Auch bei günstigen Temperaturverhältnissen bleiben die Colonieen stets sehr klein; und selbst wenn sich gar keine fremden Colonieen dazwischen finden und sie in sehr grossen Entfernungen von einander liegen, so werden sie doch nicht grösser.[1] Auf durchsichtiger Nährgelatine liegen die kleinen kreisrunden Colonieen meist in der Tiefe und erscheinen mit einem opalescirenden Centrum und einer vollständig durchsichtigen glänzenden Peripherie. In ihrer Structur erscheinen sie wie aus feinmaschigem zickzackförmigen Netzwerk bestehend und mit scharf geschnittenem Contour versehen. In Stichculturen in Nährgelatine ist das Wachsthum, wie Phot. I zeigt, ausserordentlich charakteristisch. Die Cultur erscheint hier als ein helles, dünnes, central äusserst zart und gleichmässig gebautes Band mit sehr feinen peripheren Punktirungen. Von Verflüssigung der Gelatine ist keine Rede. In Impfstichen ist das Wachsthum üppiger in den tieferen Theilen der Gelatine als direct an der Oberfläche. Es scheint demnach, als ob der atmosphärische Sauerstoff für das Wachsthum dieses Bacillus nicht unbedingt erforderlich ist. Uebrigens findet das Wachsthum dieses Bacillus auch unter der Glimmerplatte statt; ferner beweisen die positiven Culturresultate in einer Wasserstoffatmosphäre, dass der Bacillus ebenso gut bei Luftabschluss wie bei Luftzutritt zu wachsen vermag.[2] — Auf neutralem Agar-Agar ist das Wachsthum sowohl in Plattenculturen wie in Impfstrichen und Impfstichen nachweisbar, jedoch nur dann, wenn der Bacillus direct aus dem Blute verimpft wurde. Sehr selten hingegen gelang die Uebertragung desselben von einer früheren Cultur. Auf der Oberfläche des Agar-Nährbodens sieht man einen feinen durchsichtigen Ueberzug, der sich aus kleinen thautropfenähnlichen Gebilden zusammensetzt. Etwas intensiver war das Wachsthum auf Nährgelatine und Nähr-Agar mit einem Zusatz von zwei Procent Zucker. Besonders in Impfstichen nimmt das Wachsthum dann beträchtliche Dimensionen an, ohne dass dabei Gasbildung stattfindet. In

[1] Bei Zimmertemperatur über 22° C. verhindert man die Verflüssigung der Nährgelatine, indem man statt 10procentiger 12 bis 14procentige Nährgelatine anwendet.

[2] Zu dem Zwecke, den Wasserstoff in dem inficirten Reagensglas circuliren zu lassen, verband ich dasselbe mit einem Kipp'schen Wasserstoffapparat. Das Reagensglas, in welchem die Gelatine nach der Esmarch'schen Methode in einer dünnen Schicht an der Wandung ausgebreitet war, war durch einen doppelt durchbohrten Kautschukstöpsel geschlossen, durch den zwei Glasröhren gingen. Die mit dem Wasserstoffapparat in Verbindung stehende Röhre ging beinahe bis auf den Boden, die andere mündete unter dem Stöpsel. Pfropf und Röhren waren vorher sterilisirt. Nachdem man den Wasserstoff eine Zeit hatte durch den Apparat streichen lassen, wurden die beiden Glasröhren, die durch kleine Gummischläuche verbunden waren, durch Quetschhähne nach aussen abgeschlossen

einfach wässeriger 1 procentiger Agar-Agarlösung ohne Pepton, Kochsalz und Bouillon kommt kein Wachsthum zu Stande, ebenso wenig in Gelatine, die mit Weizeninfus bereitet ist (100 Wasser, 10 Weizen, 10 Gelatine); Kartoffelculturen glücken nicht. Auf Blutserum sieht man 4 bis 5 Tage nach der Impfung kleine Colonieen von demselben Aussehen wie die auf der Gelatine; nur ist das Wachsthum hier etwas reichlicher als auf den anderen bisher erwähnten Nährböden. Unter denselben Temperaturbedingungen wächst der Bacillus auch in Bouillon, ohne sie zu trüben. Am Boden von alten Bouillonculturen sieht man nur ab und zu einen weisslichen Nebel, der aus Mikroorganismen besteht. Auch in sterilisirter Milch entwickelt sich unser Mikroorganismus, ohne seine pathogenen Eigenschaften zu verlieren.

In der Absicht, eine bessere Entwickelung dieses Mikroorganismus zu erzielen, habe ich im Laufe der Untersuchungen die Nährböden auf jede mögliche Art zu modificiren versucht, sowohl was ihre Zusammensetzung, als auch was ihre Reaction betrifft. Hierbei wurde festgestellt, dass der Bacillus — während er auf neutralen Nährböden kümmerlich gedeiht, während er ferner gar nicht auf solchen Nährsubstraten sich entwickelt, welche mehr als gewöhnlich alkalisch reagiren — auf sauren Nährböden relativ üppiger wächst.

Folgende Methode kam bei diesen Untersuchungen zur Anwendung. Der gewöhnlichen Nährgelatine, bez. dem gewöhnlichen Agar-Agar-Nährboden oder der Bouillon, welche Substanzen möglichst neutral reagirten, wurden, und zwar jedesmal auf genau 10 ccm dieser Substanzen, verschiedene Quantitäten titrirter Lösungen von Phosphorsäure, von Salzsäure und von Salpetersäure zugesetzt. Die H_3PO_4 wurde in 1·52 Proc. Lösung angewendet und zwar davon 1·5 bis 0·1 ccm; die HCl in 2·642 Proc. Lösung und zwar davon 1·0 bis 0·1 ccm; die HNO_3 in 3·5 Proc. Lösung und zwar davon 1·0 bis 0·1 ccm. Die so angesäuerten Nährsubstanzen wurden mit direct aus dem Thierkörper genommenen Material geimpft. Die Resultate dieser Culturversuche sind kurz folgende:

1. In angesäuertem festen Nährboden ist schon nach 24 Stunden die Entwickelung zu sehen, während Controlversuche mit neutralen Nährböden in 2 bis 3 Tagen noch keine Andeutung eines Wachsthums zeigen.

2. Nach der vollständigen Entwickelung erscheint die Säurecultur breiter und undurchsichtiger als die Neutralcultur.

3. Von den drei angewandten Säuren hat sich am besten für das Wachsthum die H_3PO_4 erwiesen und zwar hat sich als günstiges Mischungsverhältnis das von 0·04 bis 0·12 Procent herausgestellt. Bei geringerem H_3PO_4-Gehalt, z. B. 0·03 und 0·015 Procent hat sich kein Unterschied gezeigt zwischen der angesäuerten und der neutralen Gelatine. — Bei

stärkerem H_3PO_4-Gehalt, z. B. 0·20 Procent zeigte sich kein Wachsthum mehr.[1] Die HCl wirkt am besten, wenn sie in einem Mischungsverhältnisse von 0·052 bis 0·13 Procent angewandt wurde. Bei grösserem HCl-Gehalt verminderte sich die Entwickelung. Die HNO_3 wirkt am besten, wenn sie in einem Mischungsverhältnisse von 0·02 bis 0·10 Procent angewandt wurde. Bei grösserem HNO_3-Gehalt findet Entwickelungshemmung statt.

4. Die Culturen auf diesen Nährböden behalten ihre Uebertragbarkeit und ihre Pathogenität. Das Photogramm Nr. I zeigt eine Cultur in der dritten Generation, welche regelmässig von sauren zu sauren Nährböden fortgesetzt wurde. Der Säuregehalt betrug 0·04 Procent H_3PO_4. Ein Kaninchen, welches mit einer halben Spritze einer neun Tage alten Cultur in 0·04 Procent H_3PO_4 enthaltender Bouillon geimpft wurde, starb nach 48 Stunden.

Der weiter unten noch ausführlich behandelte Umstand, dass dieser Mikroorganismus seine pathogenen Eigenschaften relativ schnell verliert, sowie die zufällige Beobachtung, dass Culturen, die zu gleicher Zeit und mit demselben Material angestellt waren, ihre Uebertragbarkeit und ihre Pathogenität zu verschiedener Zeit einbüssten, je nachdem sie bei verschiedenen Temperaturen gehalten wurden, hat mich dazu geführt, systematische Bestimmungen darüber anzustellen, welchen Einfluss die Temperatur auf das Leben dieses Mikroorganismus ausübt.

Von einem Kaninchen, welches an der typischen Form der Infection gestorben war, entnahm ich unter den üblichen Cautelen je eine Platinöse Herzblut und impfte damit hintereinander 60 Reagensgläser mit frisch präparirter und vollkommen sterilisirter Bouillon. 20 davon wurden unmittelbar darauf in den Brütapparat, also in eine zwischen 35 und 37° C. schwankende Temperatur gebracht, 20 wurden in der Zimmertemperatur, welche während der Versuche zwischen 18 und 22° C. schwankte, 20 endlich in der Eisschranktemperatur, d. h. in einer Temperatur von 8 bis 10° gehalten.[2]

Am folgenden Tage wurde von jeder dieser drei Sorten ein Glas genommen und von diesem: 1. ein Röhrchen mit neutraler Gelatine inficirt; 2. ein mikroskopisches Präparat angefertigt; 3. einem Thiere eine subcutane Injection beigebracht. Dasselbe wurde in gleicher Weise an jedem folgenden Tage wiederholt.

---

[1] In Gelatine-H_3PO_4-Culturen, besonders bei etwas stärkerem H_3PO_4-Gehalt sieht man um den Impfstich herum häufig eine hellere Zone wie eine Rauchwolke; diese enthält jedoch keine Mikroorganismen, sondern besteht aus Krystallen.

[2] Diese Temperatur wurde mit einem Minimum- und Maximum-Thermometer festgestellt.

Da die Bacterien in mikroskopischen Präparaten aus den Bouilloncultureu schwer zu erkennen sind wegen der sich mitfärbenden Bouillonniederschläge, so wurden die Präparate stets nach der Gram'schen Methode behandelt, um die Mikroorganismen besser hervortreten zu lassen und so ihre Gegenwart mit Sicherheit nachzuweisen.

Die Gelatineculturen wurden so angelegt, dass stets dieselbe Menge (eine kleine Platinöse) in die vorher verflüssigte Gelatine eingebracht und die letztere dann gehörig geschüttelt wurde. So vertheilten sich die Keime gleichmässig in der Gelatine und wurden in dieser Lage beim Erstarren fixirt; dadurch war es möglich, nach der Entwickelung der Culturen die Menge der zur Entwickelung gelangten Keime ungefähr zu schätzen. Diese Gelatineculturen wurden sämmtlich bei Zimmertemperatur gehalten.

Den subcutanen Injectionen wurden täglich drei Kaninchen unterzogen, die gesund und von nahezu gleicher Grösse waren. Diesen wurden unter die Haut des Rückens jedesmal 0·2 ccm der Bouilloncultur, und zwar mit drei verschiedenen vorher sterilisirten Spritzen eingespritzt. Nur mittelgrosse, robuste Kaninchen wurden benutzt, weil kleine Kaninchen wegen ihrer Empfindlichkeit leicht zu Fehlern Veranlassung geben.

Schon in den ersten Tagen zeigten sich in den bei den verschiedenen Temperaturen gehaltenen Bouilloncultureu Unterschiede für das blosse Auge. Diejenigen, die bei 35° gehalten waren, zeigten eine weissliche Färbung und leichte Trübung, während die zwei anderen Sorten keine Spur von Trübung aufwiesen und die leichte Hämoglobinfärbung behalten hatten, welche der Bouillon durch die Versetzung mit dem Blute mitgetheilt worden war. Diese letztere Färbung, ohne Trübung, zeigten auch nach 20 Tagen die Eisschrankröhrchen; während an den Zimmerröhrchen vom 3. bis 4. Tage ab eine schrittweise zunehmende Trübung und weissliche Verfärbung sich bemerkbar machte.

Die Eisschrankröhrchen boten während der ganzen Versuchszeit ein leichtes röthliches Sediment dar; bei den übrigen war das Sediment weisslich gefärbt. Schon diese makroskopische Beobachtung machte es wahrscheinlich, dass die Entwickelung der Mikroparasiten nur in den Zimmer- und Brütofenröhrchen stattgefunden hatte.

Die mikroskopischen Präparate der Brütofenculturen zeigten schon vom 2. Tage an die Gegenwart von zahlreichen Mikroorganimen, die sich gut färbten und ein charakteristisches Aussehen darboten. Nach 4 bis 10 Tagen traten Kettenbildungen auf, deren einzelne Glieder schon unregelmässige Gestaltungen anzunehmen und sich schwerer zu färben begannen. In den folgenden Tagen wurden die regelmässigen Bacillenformen immer seltener; vom 20. Tage ab wurden sie fast vollständig vermisst. — Die mikroskopischen Präparate der Zimmerröhrchen zeigten (im Einklange mit

der fortschreitenden Trübung der Culturen) vom 4. bis 5. Tage an eine zunehmende Anzahl von sehr charakteristischen Bacillen. Von dieser Zeit waren die in den Culturen gefundenen Mengen nicht zu vergleichen mit denjenigen, die in den Brütofenröhrchen schon vom 2. Tage an auftraten. Die charakteristischen Formen wurden in den Zimmerröhrchen bis zum 20. Tage gefunden; spätere Versuche lehrten, dass dieselben erst vom 30. bis 35. Tage verschwinden. — In den Eisschrankröhrchen verhielten sich die Dinge ganz anders. Hier fand man nur in den ersten Tagen in den mikroskopischen Präparaten sehr spärliche Mikroorganismen, die vielleicht dieselben waren, die mit dem Blut hineingebracht worden waren.

Gleichen Schritt mit den mikroskopischen Resultaten hielten die Ergebnisse der Gelatineculturen. Hier beobachtete man nach der Inficirung der Gelatine die zahlreichste Entwickelung in denjenigen Röhrchen, die von den 2- bis 5tägigen Brütofenculturen stammten. Diese Gelatineröhrchen zeigten Myriaden von den kleinsten punktförmigen Colonieen, die sich wegen ihres ansserordentlich dichten Zusammenstehens nicht weiter entwickeln konnten. Die über 4 bis 5 Tagen alten Brütofenröhrchen lieferten Gelatineculturen, die je mit zunehmendem Alter der Bouilloncultur eine fortschreitende Verminderung der Anzahl der Colonieen darboten. Nach 15 bis 20 Tagen angestellte Gelatineculturen zeigten nur wenige zerstreute Colonieen. Nach 20 Tagen lieferten die Brütschrank-Bouillonculturen in der Regel keine Colonieen in der Gelatine mehr. — Die von den Zimmerbouillonculturen abstammenden Gelatineröhrchen zeigten die zahlreichste Entwickelung, wenn die Bouillonculturen 5 bis 15 Tage alt waren. Auch hier wurde bei Anwendung älterer Bouillonculturen eine allmähliche Verminderung der Colonieen in der Gelatine beobachtet. Bei den Versuchen mit über 30 Tage alten Bouillonculturen erhielt man nur spärliche Colonieen. — Die Gelatineröhrchen, die mit den Eisschrankbouillonröhrchen inficirt wurden, blieben ausnahmslos steril. In gleicher Weise verhielten sich die Thierversuche, die mit der Eisschrankbouillon angestellt wurden. Nur in einem einzigen Falle starb ein Kaninchen, dem eine dreitägige Eisschrankbouillon injicirt worden war. Die anderen Thiere zeigten keinerlei Krankheitserscheinungen. Diese Ergebnisse in Zusammenhang mit dem mikroskopischen Befund und den Gelatineculturversuchen bringen uns dazu, anzunehmen, dass dieser Mikroorganismus die niedrige Temperatur sehr schlecht verträgt, obwohl er dabei nicht rasch zu Grunde geht; denn wenn man ein solches, etwa 3 Tage altes Eisschrankröhrchen in den Brütofen bringt, so kommt dort eine Entwickelung zu Stande, und Infectionsversuche mit diesem Material geben positive Resultate. Ist dagegen das Bouillonröhrchen bereits 15 bis 17 Tage im Eisschrank geblieben, so bleibt es auch, wenn man es in den Brütapparat

bringt, ohne Entwickelung, und Infectionsversuche an Thieren, mit diesen Culturen angestellt, fallen negativ aus. Es scheint hiernach, dass diese Keime durch niedrige Temperatur zuerst in ihrer Entwickelung eine solche Hemmung erleiden, dass sie nicht mehr fähig sind, auf künstlichem Nährboden bei Zimmertemperatur sich zu vermehren, dass sie jedoch weiterhin bestimmt zu Grunde gehen.

Die Thiere, welche in der oben ausgeführten Weise mit Brütofenbouillon inficirt wurden, starben ausnahmslos unter den typischen Erscheinungen der echten Infection nach 24 bis 48 Stunden, wenn die Röhrchen 2 bis 8 Tage alt waren, d. h. in üppigster Entwickelung standen. Aeltere Röhrchen zeigten schwächere und inconstante Wirkung. Oft blieben die Thiere hier am Leben.

Ungefähr dieselbe Abstufung, betreffend den Effect der Thierversuche, habe ich an den Zimmerbouilloncultureu beobachtet. 4 bis 15 Tage alte Zimmerröhrchen riefen constant den Tod des Thieres hervor mit typischer acuter Infection, während die Injection älterer Zimmerculturen bald negatives Resultat, bald eine subacute Infection veranlasste. Wiederholt mit 30tägiger Bouillon geimpfte Thiere blieben am Leben. — Der Kürze wegen wählen wir aus der langen Reihe von Experimenten, die wir bei diesem Theile unserer Arbeit angestellt haben, nur diejenigen aus, welche zeigen, innerhalb welcher Zeitgrenzen der bei einer bestimmten Temperatur gehaltene Bacillus noch wirksam ist.

Experimente mit den bei Brütofentemperatur gehaltenen Bouilloncultureu.

10./6. 86. Grosses robustes Kaninchen. 0·2 ccm Bouilloncultur, zwei Tage alt. Injection unter die Rückenhaut. Tod in der Nacht zwischen 3. und 4./6. — Ebenso waren die Resultate von Experimenten, die in den folgenden Tagen angestellt wurden.

10./6. 86. Gesundes kräftiges Kaninchen. 0·2 ccm zehn Tage alter Bouilloncultur unter die Rückenhaut. 11. und 12./6. Kaninchen sehr matt. Temperatur 40·5° C. Das Futter wird nicht berührt. 13./6. das Thier sehr schwer krank, bleibt soporös in einem Winkel des Käfigs. Tod in der Nacht zwischen 13. und 14./6. — Der Tod erfolgte in diesem Falle nach vier Tagen, während er gewöhnlich in 48 Stunden eintritt. In den nachfolgenden zwischen dem 10. und 18./6. mit immer älteren Bouilloncultureu angestellten Thierversuchen zeigte sich eine allmähliche Zunahme der Krankheitsdauer. Gleichzeitig traten dabei kleine Unterschiede auf: Einzelne Thiere überstanden die Infection, andere starben. Dass die Thiere nicht immer in präciser Weise auf die Infectionsversuche reagirten, kann wohl von verschiedenen Ursachen abhängen, unter denen gewiss nicht die letzte die verschiedene individuelle Resistenz der Thiere ist.

18./6. 86. Kräftiges, vorher nicht zu Versuchen benutztes Kaninchen. 0·2 ccm. 18tägige Bouilloncultur unter die Rückenhaut. 13./6. Temperatur 39° C. Das Thier im Uebrigen ganz gesund. 20./6. Temperatur 39° C. Thier gesund. An den folgenden Tagen frisst das Thier und zeigt sich vollständig gesund.

Die letzten Experimente dieser Reihe brachten weder den Tod noch Krankheitserscheinungen bei den Thieren hervor. Selbstverständlich war die injicirte Quantität der Bouilloncultur immer dieselbe.

Experimente mit bei Zimmertemperatur gehaltenen Bouillonculturen.

2./6. 86. Kräftiges, früher nicht zu anderen Versuchen benutztes Kaninchen. 0·2 ccm 2tägige Cultur unter die Rückenhaut. — 3., 4., 5./6. das Thier wird zunehmend matter, fiebert. 7./6. Tod. In diesem Fall ist der Tod später eingetreten als gewöhnlich, weil die ursprünglich in die Bouillon eingebrachten Keime sich wahrscheinlich noch nicht vermehrt hatten.

4./6. 86. Kräftiges, gesundes Kaninchen. Injection 4tägiger Cultur wie oben. Tod des Thieres in der Nacht zwischen dem 6. und 7./6. Der Sectionsbefund bestätigt die typische Infectionsform mit Milztumor und Bacillengehalt des Blutes. Fast ganz gleich sind die Erfolge der nächsten Experimente, bis die Cultur das Alter von 15 Tagen erreicht hatte. Alle Thiere starben. — Bei den Versuchen mit über 15 Tage alten Bouillonculturen beobachtete man nur ausnahmsweise den Tod der Versuchsthiere.

Da wir gesehen haben, dass die 20 Bouillonröhrchen nicht genügten, um die Grenze der Uebertragbarkeit und Virulenz des Bacillus bei Zimmertemperatur zu bestimmen, so setzte ich am 19./6. mit dem Blute eines an der typischen Infection gestorbenen Kaninchens nochmals 30 Bouillonculturen bei Zimmertemperatur an. Mit diesen wurde natürlich erst dann zu experimentiren begonnen, als sie das Alter von 20 Tagen erreicht hatten.

10./7. 86. Gesundes, kräftiges Kaninchen. 21tägige Cultur. 0·2 ccm unter die Rückenhaut. 11./7. Temperatur 39° C. Nahrung wird verweigert. 12., 13., 14./7. erholt sich das Thier langsam.

20./7. 86. Kaninchen kräftig und gesund. Infection wie oben mit einer 31tägigen Cultur. In den nächsten Tagen ist das Thier matt, später erholt es sich und bleibt gesund. Die nachfolgenden Experimente geben stets dieselben Resultate wie das vorhergehende.

Experimente mit Eisschrankbouillonculturen.

2./6 86. Kräftiges, gesundes Kaninchen. 2tägige Cultur. Infection wie oben. In den nächsten und späteren Tagen zeigt das Thier keinerlei Krankheitserscheinungen.

Die folgenden Versuche ergeben dasselbe Resultat, mit Ausnahme eines mit einer 3tägigen Cultur inficirten Kaninchens; es wurden wegen des negativen Erfolges nur sechs Versuche im Ganzen angestellt.

Ein Kaninchen, mit 2 ccm einer 6tägigen solchen Cultur inficirt, blieb am Leben.

Experimente mit Bouillonculturen, welche einige Tage im Eisschrank gestanden hatten und dann in den Brütofen gebracht worden waren.

11./6. 86. Gesundes Kaninchen. Cultur sechs Tage bei 8°. Darauf zwei Tage bei 35 bis 37°. Infection wie oben. Das Thier stirbt nach drei Tagen. Von demselben Erfolg begleitet waren die Experimente, bei denen Culturen zur Anwendung kamen, die zuerst nicht länger als 15 Tage im Eisschrank gestanden hatten. Bei Culturen, die länger dort verweilt hatten, trat im Brütofen keine Trübung mehr ein, und auch für Thiere waren sie unwirksam.

Aus Untersuchungen, die wir über das Wachsthum des Bacillus salivarius septicus bisher angestellt haben, geht Folgendes hervor:

1. Dass dieser Mikroorganismus am besten im Körper der empfänglichen Thiere (Kaninchen, Mäuse) gedeiht.

2. Dass derselbe auf gewöhnlichen neutralen Nährböden nur kümmerlich wächst.

3. Dass von den neutralen Nährböden die Fleischbouillon, das Blutserum und die Nährgelatine mit einem 2procentigen Zuckerzusatz am geeignetsten sind.

4. Dass besonders günstig für sein Wachsthum leicht angesäuerte Nährsubstrate sind.

5. Dass derselbe sich am schnellsten bei einer Temperatur von 35 bis 37° entwickelt.

6. Dass bei einer Temperatur von 20 bis 22° die Entwickelung erst am 4. bis 5. Tage beginnt.

7. Dass bei einer Temperatur von 10° keine Entwickelung stattfindet.

8. Dass bei einer Temperatur von 35 bis 37° (in Bouillon) die Bacillen noch nach 15 bis 20 Tagen übertragbar sind.

9. Dass bei einer Temperatur von 20 bis 22° die Uebertragbarkeit noch bei älteren Culturen (wieder Bouillon) möglich ist.

10. Dass bei einer Temperatur von 8 bis 9° die Cultur keine Uebertragbarkeit besitzt, selbst wenn das damit inficirte Gelatineröhrchen in Zimmertemperatur aufbewahrt wird.

11. Dass bei einer Temperatur von 35 bis 37° die Virulenz am stärksten bei 2 bis 8 Tage alten Culturen ist.

12. Dass bei einer Temperatur von 20 bis 22° die Virulenz ihr Maximum besitzt, wenn das Alter der Cultur 4 bis 15 Tage beträgt.

13. Dass bei den letztgenannten Temperaturen zuerst die Virulenz und dann die Uebertragbarkeit aufhört.

14. Dass bei Temperaturen von 35 bis 37° und von 20 bis 22° man einfache Abschwächung der Cultur durch das Alter erreichen kann.

15. Dass diese Abschwächung durch die Controlle der Uebertragbarkeit und des Thierexperimentes sich nachweisen lässt. Während man vorher regelmässig gesunde Thiere mit 0·2 ccm tödtete, brauchte man nachher, um denselben Effect zu erreichen, 1, auch 2 ccm derselben Cultur.

16. Dass bei einer Temperatur von 8 bis 9° die Culturen gar keine Virulenz besitzen.

17. Dass diese Culturen die Virulenz wiedererlangen, wenn sie nach einem mehrtägigen Aufenthalte im Eisschrank für 2 bis 3 Tage in den Brütofen gebracht werden.

18. Dass durch die letztere niedrige Temperatur zuerst Entwickelungshemmung, dann der Tod der Keime bewirkt wird.

Der infectiöse Charakter des Bacillus tritt am entschiedensten dann zu Tage, wenn er durch unmittelbare Ueberimpfung von Thier zu Thier übertragen wird. Ein einziges Tröpfchen Kaninchenblut genügt, um ein anderes Thier im Laufe von 48 Stunden zu tödten. Die gleiche Höhe der Virulenz besitzt der Mikroorganismus für Kaninchen, wenn er aus dem Mäusekörper entnommen ist. Die Meerschweinchen hingegen wie die Hunde verhalten sich vollständig refractär. Meerschweinchen wurden 5 bis 10 ccm einer jungen Bouilloncultur unter die Haut gespritzt, ohne dass der Tod eintrat. Mit demselben Erfolge wurden ihnen grosse Mengen vom Blute inficirter Kaninchen subcutan beigebracht. Während die Pathogenität dieses Bacillus bei der Uebertragung von Thier auf Thier eine grosse ist, ist dieselbe bedeutend geringer, wenn die Impfung von der künstlichen Cultur auf die Thiere vorgenommen wird. Um bei einem mittelgrossen Kaninchen die Infection von einer Bouilloncultur aus hervorzurufen, braucht man wenigstens 0·2 ccm derselben. Bei sehr alten Culturen genügt diese Quantität nicht; bei 15 bis 20 Tage alter braucht man 1 ccm.

Als wirksame Abschwächungsmittel haben sich der Durchgang des Mikroorganismus durch den Körper eines refractären Thieres und Temperaturen über 40° C. erwiesen.

Zu dem ersten Zweck wurden Meerschweinchen virulente Bouillonculturen in der beträchtlichen Quantität von 2 bis 3 ccm injicirt; nach verschiedener Zeit wurden dann Blutproben, gewöhnlich aus der Femoral- oder Jugularvene entnommen, und mikroskopische Präparate und Culturen angefertigt und parallel mit letzteren Kaninchen geimpft. In der grossen Mehrzahl der Fälle konnte man die Bacillen mikroskopisch nach 1 bis $1^1/_2$ Stunden nachweisen. Während dieser Zeit wurden Kaninchen wiederholt mit dem Meerschweinchenblut geimpft. Sowohl die Quantität des

geimpften Blutes, wie auch die Zeit zwischen der Infection des Meerschweinchens und der Entnahme der Probe wurden in der mannichfachsten Weise variirt. Der Erfolg der Kaninchenimpfung aber war stets negativ; die Kaninchen, auch mit grossen Blutmengen geimpft, blieben ausnahmslos am Leben. Dieses Resultat, welches durch eine sehr grosse Versuchsreihe sicher gestellt ist, giebt die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Mikroorganismus innerhalb des Meerschweinchenkörpers eine Abschwächung erleidet.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen suchte ich auch zu erfahren, bis zu welcher Zeit der Bacillus im Blute derjenigen Thiere, die sich gegen die Infection refractär erwiesen hatten, zu finden sei. Wie gesagt, konnte man im Blut des Meerschweinchens schon nach einer Stunde durch mikroskopische Präparate das Vorhandensein der Bacillen nachweisen. Nach dieser Zeit fand sich in der Mehrzahl der Fälle eine fortschreitende Verminderung der Bacillen bis zum vollständigen Verschwinden nach 4 bis 5 Stunden. Auch nach dieser Zeit aber und noch später konnte man, obwohl sich im Blute keine Bacillen mehr beobachten liessen, bei der Section des Thieres innerhalb der parenchymatösen Organe noch vereinzelte Bacillen nachweisen.[1]

Im Laufe dieser Studien richtete ich besondere Aufmerksamkeit auf die Lage der Mikroorganismen innerhalb des Blutes der Meerschweinchen in der Absicht, möglicherweise die Untersuchungen von Metschnikoff (2) zu bestätigen. Bekanntlich will dieser Beobachter gefunden haben, dass die Mehrzahl der pathogenen Mikroorganismen sich innerhalb der weissen Blutkörperchen befindet, wenn sie auf refractäre Thiere verimpft werden; während im Falle der Verimpfung auf empfängliche Thiere die Mikroorganismen sich frei im Plasma bewegen. Der vorher bei Kaninchen und Mäusen erwähnte Befund bestätigt insofern die Metschnikoff'sche Ansicht, als bei diesen Thieren die Bacillen sich stets im Plasma vorfinden. Ganz ebenso aber verhält sich die Sache bei den refractären Meerschweinchen; und es ist mir nicht gelungen, hier die in Rede stehenden Mikroorganismen innerhalb der farblosen Blutkörperchen nachzuweisen.

Bei den Untersuchungen, welche zu dem Zwecke angestellt wurden, die Abschwächung der Virulenz durch höhere Temperatur zu ermitteln, wurde mit Temperaturen von 41°, 42° und 43° C. experimentirt. Um

[1] Um sich von dem Hauptgegenstande dieser Arbeit nicht zu entfernen, war es nicht möglich, analog den Wyssokowitsch'schen Arbeiten (s. *diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. I. S. 145) diese Versuche weiter auszudehnen, insbesondere nicht exact zu bestimmen, wie lange Zeit die Organismen innerhalb der parenchymatösen Organe der refractären Thiere noch zu finden sind, und in welcher Weise sie sich in den verschiedenen Organen vertheilen.

der Schwierigkeit aus dem Wege zu gehen, welche darin besteht, dass dieser Mikroorganismus sich auf künstlichen Nährböden nach kurzer Zeit des Bestehens der Culturen nur noch äusserst schwer vermehrt, wurde nur mit jungen, 48 Stunden alten Bouilloncultureu gearbeitet, die direct aus Thierblut herrührten und darauf unmittelbar in eine Temperatur von 35° gebracht worden waren, um die Entwickelung zu begünstigen. Um möglichst genaue Resultate zu erhalten, wurde nur eine Species von Thieren benutzt, und zwar Mäuse; diesen wurde stets dieselbe Quantität der Bouilloncultur[1] und zwar 0·1 ccm eingespritzt.

Solche Bouilloncultureu wurden im Thermostaten bei einer bestimmten Temperatur gelassen. Aus dem Thermostaten wurde dann nach der betreffenden Zeit jedes Mal ein Probirröhrchen entnommen und mit seinem Inhalte ein Thier und eine Röhre mit neutraler Gelatine geimpft. Indem man so die Gelatineimpfung neben den Thierversuch stellte, vermied man den so häufig begangenen Irrthum „Abschwächung" und „Absterben" zu verwechseln. Vom Absterben konnte man natürlich nur dann reden, wenn sowohl der Thierversuch als die Gelatineimpfung negativ ausfiel. In den zweifelhaften Fällen, wo man der Ansicht sein konnte, dass möglicherweise die höhere Temperatur auf die weitere Uebertragbarkeit auf künstlichen Nährboden schon hemmend einwirkte, wurden, um sicher zu entscheiden, ob es sich hier um eine blosse Abschwächung oder um ein wirkliches Absterben handelte, grössere Quantitäten desselben Materials auf Thiere verimpft. Selbstverständlich konnte man, wenn das Thier zu Grunde ging, während es vorher auf eine kleinere Quantität des infectiösen Materials nicht reagirt hatte, nur von Abschwächung, nicht von einem Absterben der Mikroorganismen reden. Ab und zu wurden im Laufe dieser Untersuchungen auch Controlimpfungen an Thieren und auf Gelatine gemacht mit gleich alter Bouilloncultur, die man nicht bei der höheren Temperatur, sondern bei gewöhnlicher Brütofentemperatur gehalten hatte.

Bei 41° zeigten die Bouilloncultureu nach Verlauf von 24, 48 und 72 Stunden gar keine Verminderung ihrer Virulenz. Drei Mäuse, welche je in einem dieser drei Zeiträume geimpft wurden, starben. Erst wenn die Culturen 80 bis 90 Stunden bei 41° gestanden hatten, wurde beginnende Abschwächung bemerkt. (Von zwei Mäusen starb die eine, die andere blieb am Leben). Nach fünf Tagen war die Impfung auf Thiere ohne Erfolg. In diesem Falle findet auch bei der Uebertragung auf Ge-

[1] Sowohl in diesen wie in allen anderen Impfversuchen mit Bouilloncultur wurde die Bouillon vorher stets umgeschüttelt, weil die Mikroorganismen sich in Form eines Sediments zu Boden senken.

latine keine merkliche Entwickelung mehr statt. Impfte man die Mäuse aber, anstatt mit 0·2, mit 0·5 ccm, so gingen sie zu Grunde.

Bei der Temperatur von 42° verminderte sich die Virulenz schon nach 24 bis 36 Stunden. Zwei nach diesem Zeitraume geimpfte Mäuse zeigten mässige Krankheitserscheinungen, blieben aber am Leben. Bei 43° genügten schon zwei Stunden, um die schädliche Einwirkung dieser Temperatur auf die Virulenz darzuthun. Nach 4 bis 5 Stunden hatten sowohl Thierimpfungen wie Uebertragungen auf Gelatine keinen Erfolg mehr. Nach 6 bis 10 Stunden vertragen die Thiere die Impfung selbst grösserer Quantität (0·5 ccm) ohne Krankheitserscheinungen. Bei 50° war schon nach fünf Minuten ein wirkliches Absterben der Cultur eingetreten.

Nachdem so festgestellt war, welche Zeit und welche Temperatur im Stande ist, die Virulenz des Mikroorganismus abzuschwächen oder zu vernichten, wurde untersucht, welche Temperatur im Stande ist, die Entwickelung von frisch aus Blut angestellten Agar-Agarculturen zu verhindern.

Bei 39·5° findet noch Entwickelung statt; dasselbe beobachtet man in Bouillonculturen. Bei 41° geht die Entwickelung sehr langsam vor sich; bei 42 und 43° merkt man auch nach mehreren Tagen gar keine Entwickelung. Sicher also erhält man Abschwächung der Virulenz der Culturen dieses Bacillus: 1. mit dem höheren Alter der Cultur; 2. durch 4tägige Einwirkung einer Temperatur von 41°; 3. durch eine 2tägige Einwirkung einer Temperatur von 42°; 4. durch eine 2stündige Temperatur von 43°. Bei höherer Temperatur findet keine Abschwächung, sondern wirkliches Absterben statt.

Der Bacillus salivarius septicus ist ausserordentlich empfindlich gegen das Eintrocknen. 4 cm lange Seidenfäden, die vorher in kochendem Wasserdampf sterilisirt waren, wurden mit einer jungen Bouilloncultur dieses Bacillus imprägnirt. Darauf wurden sie in sterilisirten Glasschälchen getrocknet und zwar bei einer Temperatur von 18 bis 35° C. Nach verschiedener Zeit wurden sie dann in Nährgelatine eingelegt. Bei diesen Experimenten, welche nach 24, 48, 72, 96 u. s. w. Stunden wiederholt wurden, beobachtete man niemals ein Wachsthum in Gelatine. Nur in einem einzigen Reagensglase zeigte sich bei einem Seidenfaden eine Andeutung von Wachsthum. Dieser Seidenfaden war bei 18° C. 24 Stunden getrocknet. Kaninchen, denen derartige Fäden, mitunter in sehr grosser Menge, unter die Haut geschoben wurden, blieben vollständig gesund.

Im Laufe dieser Versuche wurde an Thieren, die mehrfachen Infectionen mit Reinculturen des Bacillus unterworfen wurden, die zufällige Beobachtung gemacht, dass sich die Thiere gegen virulente Impfungen resistent verhielten, wenn sie vorher mit abgeschwächtem Materiale bereits inficirt worden waren. Vor allem wurde bei den Untersuchungen, die angestellt waren, um das Maximum und das Minimum der Temperatur für den Bacillus zu ermitteln, wie auch bei den Abschwächungsexperimenten, regelmässig bemerkt, dass Kaninchen, die vorher mit abgeschwächter Cultur geimpft worden waren, darauf ungestraft die Infection mit dem virulentesten Materiale vertrugen, z. B. mit Blut von einem an der acuten Infection gestorbenen Kaninchen.

Infolge dessen wurde eine Reihe von vergleichenden Untersuchungen angestellt, um die Bedingungen festzustellen, unter denen eine virulente Cultur sich in eine abgeschwächte umwandelt, die im Stande ist, das Thier vor den Folgen einer späteren völlig virulenten Infection zu bewahren.

Zu dem Zwecke wurden kräftige Thiere angewendet und Bouillonculturen, die verschieden lange Zeit bei Bluttemperatur gehalten worden waren. Dieselben zeigten, wie oben erwähnt, schon nach 20 Tagen, in der Quantität von 0·2 ccm injicirt, keine Spur von Virulenz mehr; und später, nach 25 bis 30 Tagen, waren sie auch in der Quantität von 0·5 bis 1 ccm nicht mehr wirksam. In diesem letzteren Falle beobachtete man an den Thieren nur vorübergehende Krankheitserscheinungen, bestehend in Verweigerung der Nahrung, höherer Temperatur, allgemeiner Mattigkeit u. s. w.; nach 6 bis 8 Tagen war gewöhnlich alles wieder normal, das Thier befand sich wohl wie vor dem Versuche. Liess man nun auf dieses Thier virulente Culturen einwirken, die man direct aus dem Körper eines anderen Thieres entnommen hatte, so zeigten sich die Thiere hingegen regelmässig unempfindlich. Es tritt keine Spur von Krankheitserscheinungen auf, während Controlkaninchen, die mit derselben Quantität desselben Blutes geimpft wurden, nach 24 bis 48 Stunden unter den typischen Formen der Infection zu Grunde gingen. Die vorher mit der abgeschwächten Cultur geimpften Thiere zeigten sich besonders dann vollständig immun gegen die Infection mit dem virulenten Material, wenn 15 bis 20 Tage zwischen der ersten und der zweiten Impfung lagen, d. h. wenn das Thier von der ersten Erkrankung vollständig hergestellt war.

Dieselbe Immunität der vorher mit dem abgeschwächten Stoff geimpften Kaninchen zeigte sich, wenn dieselben mit zwei und mehr Cubikcentimeter Speichel inficirt wurden, in welchem sich dieser Bacillus normaler Weise vorfand.

Diese oft und zwar stets mit denselben Resultaten wiederholten Versuche führen uns zu dem Schlusse, dass der Bacillus auf den künstlichen Nährböden (Bouillon) nach Verlauf von 20 Tagen eine spontane Abschwächung in seiner Virulenz erfährt, und ferner, dass diese Culturen als wahre Vaccine wirken, die die damit inficirten Thiere vor der Wirkung einer schweren Infection derselben Art schützt.

Desinfectionsversuche. Aus den vorhergehenden Versuchen, betreffend die Abschwächung und die Widerstandsfähigkeit, welche dieser Mikroorganismus gegen verschiedene Temperaturen zeigt, hat sich ergeben, dass derselbe bei einer Temperatur von 8° nach 15 Tagen abgestorben ist, dass eine Temperatur von 43° hingegen in 6 Stunden denselben Effect sicher hervorruft. Was die Einwirkung der Carbolsäure und des Sublimats auf die Lebenseigenschaften dieses Bacillus betrifft, so wurden die Versuche in folgender Weise angeordnet: Von 10 ccm einer 48 stündigen gut entwickelten (Brütofen) Bouilloncultur wurde jedes Mal 1 ccm entnommen und mit 49 ccm der zu prüfenden Desinfectionsflüssigkeit gemischt. Die Carbolsäure kam in 2 und 3 Procent ihrer Lösung zur Anwendung, während von Sublimat eine 1 pro Mille Lösung verwendet wurde. Diese Lösungen wurden mit der Cultur in dem obigen Verhältnisse tüchtig geschüttelt, um eine innige Vermischung der Keime mit dem Desinficiens zu erreichen, darauf wurden nach verschiedener Zeit mit der sterilisirten Platinnadel in der gewöhnlichen Weise Gelatinröhrchen geimpft. Es ergaben sich folgende Resultate: Bei einer 2 procentigen Carbolsäurelösung genügte eine Einwirkung von 50 Secunden nicht, um die Keime entwickelungsunfähig zu machen; dieselbe Carbolsäure- und Sublimatlösung 2 bis 3 Minuten angewandt, zerstören jedoch den Mikroorganismus vollständig.

Dasselbe erreicht man mit einer 3 procentigen Carbolsäurelösung schon in einer Minute.

Unter den gasförmigen Desinficientien hat sich die Kohlensäure sehr wirksam gezeigt. Auf eine nach der Esmarch'schen Methode angefertigte, mit den Keimen inficirte Gelatinecultur liess man während 24 Stunden einen Kohlensäurestrom einwirken. Nach dieser Einwirkung blieb die inficirte Gelatine vollständig steril.

Litteratur. Wie es scheint, haben verschiedene Beobachter analoge Bacterienformen im Speichel, im Sputum pneumonischer und anderweitiger Kranker, endlich auch in der cerebro-spinalen Flüssigkeit bei Meningitis epidemica festgestellt. Im Speichel haben zunächst Pasteur (3), dann

Sternberg (4) und A. Fränkel (5) ähnliche Mikroorganismen gefunden. Auch sprechen die Zeichnungen von Miller (6) dafür, dass er gleiche Formen in der Mundflüssigkeit bemerkt hat. Nach Injection von Speichel eines an Hundswuth erkrankten Kindes sah Pasteur bei Kaninchen den Tod in 36 Stunden eintreten. Bei der Uebertragung von Kaninchen zu Kaninchen fand sich stets Wiederholung derselben Erkrankung, welche sich als eine Septicämie (maladie nouvelle) darstellte. Im Blute fand sich ein Mikroorganismus, den Pasteur als ein kurzes Stäbchen mit einer Hülle und einer mittleren Einschnürung beschreibt. Die Züchtung desselben gelang in Bouillonculturen; hierbei nahm das Stäbchen eine etwas rundliche Form an und ordnete sich zu kleinen Ketten.

Wahrscheinlich dieselbe Kaninchensepticämie erzielte Sternberg durch Injection von seinem Speichel und dem von anderen gesunden Individuen. In dem Blut der inficirten Kaninchen sah derselbe einen Mikroorganismus, den er zwar im Gegensatz zu Pasteur als Coccus (Micrococcus Pasteurii) bezeichnet, der aber, nach den photographischen Abbildungen zu urtheilen, mit dem Pasteur'schen Mikroben und mit dem von mir als Bacillus salivarius septicus bezeichneten wohl identisch ist. Nach Sternberg soll die von ihm gefundene Bacterienart auf Gelatine ebenso wie die Friedländer'schen Pneumoniebacterien wachsen. Wie es scheint, ist es jedoch Sternberg wegen der Schwierigkeit der Züchtung dieses Mikroorganismus nicht gelungen, die biologischen Eigenschaften desselben näher zu studiren. Vielleicht hat Sternberg nicht diejenige Bacterienart gezüchtet, welche er gesehen hat, und welche ich selbst später bei Gelegenheit seines Aufenthaltes in Berlin in seinem Speichel gefunden habe. Diese letztere stimmte in allen Eigenschaften mit dem Bacillus salivarius septicus überein.

In einer späteren Arbeit will Sternberg denselben Micrococcus Pasteurii bei Pneumonie gefunden haben, spricht sich aber über die ätiologische Bedeutung nicht weiter aus.

Bei Pneumonie haben ähnliche Formen Salvioli, Zäslein (7), Griffini, Cambria, Talomon (8), A. Fränkel und Weichselbaum (9) gesehen; bei Meningitis epidemica Foa und Uffreduzzi (10). Da man aber aus dem mikroskopischen Aussehen einer Bacterienart allein nur in den wenigsten Fällen ein sicheres Urtheil über ihre weitere Bedeutung abgeben darf, so sind wir vorläufig nicht berechtigt, die verschiedenen beobachteten Spaltpilze ohne Weiteres zu identificiren. Hierzu wäre es vor allem nöthig, sämmtliche biologischen Eigenschaften aller dieser Mikroben zu bestimmen, was bis jetzt nur theilweise geschehen ist.

Salvioli und Zäslein haben es wohl mit einem anderen Mikroorganismus zu thun gehabt; ihnen gelangen Züchtungen auf Kartoffeln

bei Zimmertemperatur, Bouillonculturen trübten sich sehr stark, und es bildeten sich hier grosse Flocken; ausserdem sprechen diese Autoren von einer Beweglichkeit ihres Mikroorganismus. Von diesen Dingen konnte ich bei meinen Untersuchungen nichts constatiren.

Der von A. Fränkel aus Pneumonie-Sputum, Gewebesaft pneumonisch veränderter Lungen und pleuritischem Exsudat, später auch aus der entzündlichen Flüssigkeit bei Meningitis cerebro-spinalis und aus dem Speichel gezüchtete, von dem Friedländer'schen erheblich differente Mikroorganismus bietet sehr viele Aehnlichkeit mit meinem Bacillus dar; jedoch unterscheidet er sich von demselben durch die ihm von Fränkel zugeschriebene Pathogenität für Meerschweinchen, die sich, wie ich hier nochmals ausdrücklich betonen will, gegen den Bacillus salivarius septicus vollständig refractär verhalten.

In Bezug auf den von Foa und Uffreduzzi bei Meningitis epidemica gefundenen Mikroorganismus kann man über die Identität desselben mit unserem Bacillus nichts Bestimmtes sagen. Die Verfasser haben in zwei kurzen vorläufigen Mittheilungen nur das Vorkommen desselben bei Meningitis festgestellt. Vielleicht werden die Autoren in einer demnächst zu veröffentlichenden Arbeit die biologischen Eigenschaften ihres Meningococcus näher beschreiben und so ermöglichen, die beiden nach ihrer Herkunft so verschiedenen Mikroorganismen noch weiter zu differenciren.

Allerdings habe ich sowohl mit A. Fränkel als mit Uffreduzzi Culturen ihrer Mikroorganismen gegen solche meines Bacillus ausgetauscht. Gern hätte ich dieselben in ausführlicher Weise in ihren gesammten biologischen Eigenschaften mit meinen Culturen verglichen, jedoch Zeit und Gelegenheit haben mir dazu gefehlt. Ich kann nur soviel sagen, dass die groben Eigenschaften des Wachsthums und das Verhalten der Mikroorganismen gegen alle Farbflüssigkeiten sich als völlig übereinstimmend erwiesen.

II. Coccus salivarius septicus.

Dieser Mikroorganismus wurde im Verlaufe dieser Studien nur ein einziges Mal in dem Speichel einer Kranken gefunden, die an schwerer puerperaler Septicämie litt. Als ich diesen Speichel Mäusen, Meerschweinchen, Kaninchen unter die Haut brachte, gingen alle diese Thiere nach 4 bis 6 Tagen zu Grunde; im Blute fand sich eine Unzahl Kokken, und gingen die mit diesem Blute inficirten Thiere in gleicher Weise zu Grunde.

Der einzige und constante anatomische Befund, den alle diese Thiere darboten, bestand in der Anwesenheit der Kokken im Blute und in den Geweben; ausserdem zeigte sich in den parenchymatösen Organen keine

weitere Veränderung von Bedeutung. Im Blute findet sich, wie Photogramm Nr. IIa zeigt, dieser Coccus isolirt oder zu kleinen Gruppen angeordnet; in den Geweben hingegen bildet er constant dicke Haufen, besonders in den Gefässbifurcationen. Namentlich in doppelt gefärbten Leberschnitten sieht man inmitten des rothgefärbten Grundgewebes in den Gefässen ausgedehnte Anhäufungen dieser Mikroorganismen, die an der violetten Färbung, welche sie angenommen haben, auch schon bei sehr schwacher Vergrösserung erkannt werden können. Das Photogramm Nr. IIb zeigt bei 500facher Vergrösserung einen solchen Haufen in dem Leberparenchym. Hier wie in den anderen Organen ist bemerkenswerth, dass man keine Spur von entzündlichen Erscheinungen um diese Kokken-Ansammlungen herum findet. Ausser der passiven Circulationsstauung, die hier und da durch die Verstopfung der Gefässe herbeigeführt wurde, findet man weder Anhäufung von Rundzellen noch andere entzündliche Erscheinungen. Dieser anatomische Befund in Verbindung mit der Abwesenheit von localisirten Herden in den Organen rechtfertigt die Auffassung, dass dieser Mikroorganismus im Gegenzatz zu dem Bacillus salivarius septicus keine phlogogenen Eigenschaften besitzt, sondern dass er den Tod einzig und allein dadurch herbeiführt, dass er sich im Körper des Thieres in ausserordentlicher Weise vermehrt.

Dieser Coccus färbt sich in gleicher Weise im Blute als auch aus Culturen entnommen mit allen Anilinfarben gleichmässig gut, ohne eine besondere Prädilection für eine derselben zu zeigen. Auch bei der Behandlung der Präparate mit Jodlösung wird er nicht entfärbt. Unter dem Mikroskop erscheint er im Allgemeinen vollkommen rund; nur im Zustande sehr lebhafter Theilung lässt er leichte seitliche Ausbuchtungen erkennen, nimmt hier auch zuweilen eine leicht ovale Form an. In den bereits erwähnten Haufen sind die einzelnen Kokken zu einer regelmässigen Mosaik aneinandergeordnet.

Mit der gewöhnlichen Methode der Reinzüchtung auf festem Nährboden gelingt es leicht, diesen Micrococcus aus dem Blute der Thiere zu isoliren. Er vermehrt sich ausserordentlich reichlich auf Agar-Agar, in Gelatine, auf der Oberfläche von Blutserum und in Bouillon; kümmerlich hingegen ist das Wachsthum auf Kartoffeln, in Weizengelatine und in Milch. Niemals werden die festen Nährböden verflüssigt. Unter allen Nährböden giebt die gewöhnliche Nährgelatine die charakteristischste Cultur dieses Coccus. Die einzelne Colonie in der Tiefe der Platten ist kreisrund und von weissgrauer, bisweilen leicht in's Schwärzliche gehender Farbe. Stichculturen (s. Photogr. Nr. II) sind vollkommen weiss; sie bestehen aus vielen punktförmigen isolirten Colonieen mit gut abgegrenzten Conturen; dieselben geben dem Impfstich im ganzen ein körniges Aus-

sehen. In den Stichculturen zeigt sich wie beim Bacillus salivarius septicus an der Oberfläche keine Tendenz zum Wachsthum. Bouillon, die mit diesem Micrococcus inficirt wird, wird durch die Entwickelung desselben stark getrübt.

Was die Temperaturbedingungen angeht, so zeigt dieser Coccus ein sehr lebhaftes Wachsthum bei Bluttemperatur; aber auch bei Zimmertemperatur (18 bis 20°) findet Wachsthum, natürlich in geringerer Weise, statt.

Wenn man diesen Micrococcus aus Gelatine-Reinculturen nach passender Verdünnung mit Kochsalzlösung in den Körper der Thiere überträgt, so bringt dies denselben Effect zu Stande wie die Einimpfung des Blutes; nur ist hier zu bemerken, dass man, um die oben beschriebene Form der Septicämie mit Reinculturen hervorzurufen, eine viel beträchtlichere Quantität des Materiales braucht. Wenn im Falle der Infection mit Thierblut 1 bis 2 Tropfen genügen, so braucht man von einer Reincultur eine sehr reichliche Aufschwemmung derselben in Wasser, um das Gleiche zu erzielen. Gewöhnlich muss man 4 bis 6 Gelatineculturen in 1 ccm sterilisirten Wassers aufschwemmen. Vielleicht handelt es sich auch bei dieser Bacterienart um eine Abnahme der Virulenz in der Gelatinecultur, und es bedarf möglicherweise für die Erhaltung der pathogenen Eigenschaften besonderer Bedingungen, die wir mit unseren heutigen künstlichen Mitteln der Reinzüchtung im Gegensatz zum Thierkörper nicht vollständig erfüllen können.

Dieser Coccus hat mit dem vorhergehenden Bacillus einige Eigenschaften gemein; ich halte es daher nicht für überflüssig, auf die Punkte hinzuweisen, in welchen diese beiden im Speichel vorkommenden Mikroorganismen übereinstimmen, bezw. auseinandergehen:

a) Der erste ist von ovaler Form und mit einem Hof versehen; der zweite hat keinen Hof, ist rund und besitzt nur im Zustande der Theilung Ausbuchtungen.

b) Der erste findet sich in den Geweben meist in kleinen Gruppen, zu Ketten oder zu Diplobacillen vereinigt, während der zweite immer in Haufen erscheint, deren einzelne Glieder sich fast berühren.

c) Der erste führt schwere entzündliche Störungen herbei, während der zweite keine solchen Veränderungen verursacht.

d) Der erste ist pathogen für Kaninchen und Mäuse, nicht pathogen dagegen für Meerschweinchen; der zweite ist für diese drei Thierarten in gleicher Weise pathogen, und macht es keinen Unterschied, ob ein Meerschweinchen mit dem Speichel direct geimpft wird oder die Uebertragung von Thier zu Thier erfolgte.

e) Die mit dem ersten Bacillus geimpften Kaninchen sterben nach längstens drei Tagen; die mit dem Coccus geimpften können auch noch nach 6 Tagen zu Grunde gehen.

f) Bouillon wird durch das Wachsthum des ersten Mikroorganismus nicht getrübt, während der zweite eine deutliche Trübung bewirkt.

g) In Impfstichen in Gelatine wächst der erste in Form eines transparenten Bandes, während der zweite ein ausgesprochen körniges Wachsthum und weisse Farbe zeigt.

Hier ist übrigens zu bemerken, dass diese beiden Mikroorganismen in Impfstichen in Gelatine sich in ihrer Entwickelung gegenseitig nicht hindern; sie können sich nebeneinander auf demselben Nährboden entwickeln.

Sind in Mischculturen wenige Keime des Coccus septicus mit vielen des Bacillus vereinigt, so treten zwischen den vielen feinen Colonieen dieses Bacillus die Colonieen des Coccus auf den ersten Blick durch ihr weisses Colorit und ihre runde Gestalt und Grösse besonders deutlich hervor.

Wird ein Kaninchen mit einer Aufschwemmung beider Bacterienarten unter die Haut geimpft, so vermehrt sich bloss der Bacillus salivarius septicus, führt den Tod des Thieres herbei und findet sich in Reincultur im Blut, während der zweite weder mikroskopisch noch durch Plattenculturen nachweisbar ist.

III. Micrococcus tetragenus.

Bei 50 untersuchten Personen fand ich diesen Mikroorganismus drei Mal im Speichel. Zwei dieser Personen waren vollkommen gesund, nur zeigte die eine mehrere cariöse Zähne; die dritte litt an typischem Erysipel des Larynx nach der Massei'schen Auffassung. Bei den beiden ersten wurde die Anwesenheit des Tetragenus im Speichel durch das Ergebniss der Thierversuche constatirt, in dem Speichel des an Larynxerysipel Erkrankten dagegen wurden schon mikroskopisch in Mitten einer grossen Menge von langen Streptokokkenketten kleine spärliche Haufen von Tetragenus-Mikrokokken gefunden.

Mit dem Speichel dieses Kranken, der neben Streptokokken auch den Micrococcus tetragenus enthielt, wurden je ein Kaninchen, Meerschweinchen und Maus geimpft; sämmtliche Thiere erlagen dieser Infection und zwar unter zwei verschiedenen Krankheitsformen. Während nämlich das Kaninchen erst nach 13 Tagen in Folge der Wirkung des Streptococcus zu Grunde ging, starben das Meerschweinchen und die Maus nach 8, bezw.

4 Tagen in Folge der Vermehrung des Tetragenus. Diese Beobachtung ist bemerkenswerth, nicht nur weil sie zeigt, dass im Speichel gleichzeitig mehrere pathogene Mikroorganismen vorhanden sein können, sondern auch weil daraus hervorgeht, dass jeder dieser Mikroorganismen, auch wenn er mit anderen zusammen in denselben Thierkörper gelangt, die ihm eigenthümliche Krankheitsform erzeugt, falls überhaupt der betreffende Thierorganismus für die Infection mit einer dieser Bacterienarten empfänglich ist.

In Folge der Injection dieses Speichels gingen, wie gesagt, Mäuse und Meerschweinchen nach Verlauf von 4 bis 8 Tagen zu Grunde. An der Impfstelle zeigte sich äusserlich keine bemerkenswerthe Veränderung. Die Thiere blieben während der ersten Tage vollkommen munter, später wurden sie hinfällig, schwach, blieben unbeweglich und verloren ihre Fresslust. Alle diese Symptome nahmen progressiv bis zum Tode zu. In den letzten Stunden blieben die Thiere fast paralytisch auf Brust und Unterleib mit ausgestreckten Extremitäten liegen, während der Kopf bisweilen ungeordnete hin- und herwackelnde Bewegungen ausführte. Stiess man in diesem Zustande die Thiere an, so waren sie nicht mehr fähig, sich zu bewegen. Vom 3. bis 8. Tage konnte man bei Meerschweinchen auch eine beträchtliche Erhöhung der Temperatur constatiren, während in den letzten Stunden die Temperatur dagegen wieder abnahm. Bei Mäusen zeigte sich oft auch die eigenthümliche schleimige Secretion der Augen, welche bei vielen Infectionskrankheiten dieser Thiere beobachtet werden kann.

Der anatomische Befund liess bei oberflächlicher Prüfung weder an der Infectionsstelle noch in den inneren Organen eine Localisation des Krankheitsprocesses erkennen. Nur in einem einzigen Falle, bei Infection eines kräftigen Meerschweinchens mit grossen Mengen (4 Oesen), welche aus einer Reincultur stammten, fand ich an der Impfstelle in dem Unterhautbindegewebe eine weissliche gelatinöse Masse, die lebhaft an die speckigen Massen des Granuloma bei chronischer Arthritis erinnerte.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigten sich in dieser Masse, welche eine zähe, fadenziehende, schleimige Beschaffenheit hatte und viele lymphoide Elemente enthielt, reichliche Haufen von Tetragenus-Mikrokokken. Von den inneren Organen waren nur die Milz und die Leber stark vergrössert und rothbraun gefärbt. In dem so gefärbten Milzgewebe traten runde, weissliche Herde von verschiedener Grösse und dem Aussehen von Abscessen hervor. Die Capsel erschien glatt und durchscheinend wie in der Norm, wenngleich durch die Schwellung des Organs sehr ausgedehnt. Die Lungen waren gewöhnlich hyperämisch, aber lufthaltig, zeigten nur ab und zu lobuläre Infiltrationen. In dem Pleuralraum war nur selten

serösblutiges Exsudat zu finden. Das Peritoneum, meist normal, zeigte in einem Falle beträchtlichere Gefässinjection seines parietalen Blattes.

Im Blute und in den Organsäften der der Infection erlegenen Thiere, sowohl in Deckglaspräparaten als auch in Schnitten, wurden ausserordentlich viele dieser Kokken gefunden. Dagegen zeigten sich bei Blutuntersuchungen, die während der ersten 2 bis 3 Krankheitstage angestellt wurden, nur selten Tetragenuskokken; mit dem Fortschreiten des Krankheitsprocesses jedoch trat eine äusserst reiche Vermehrung derselben ein, so dass dann das mikroskopische Präparat fast ganz damit erfüllt war. In den verschiedenen Organen scheinen sich diese Mikrokokken in verschiedener Menge zu vertheilen. Constant und sehr reichlich wurden sie in der Lunge gefunden. In doppelt gefärbten Präparaten zeigten sich die interalveolären Capillaren gestopft voll von diesen Kokken, welche übrigens hier besser als irgend anderswo ihre charakteristische Form und ihre Kapsel bewahren. Vielleicht hängt die massenhafte Ablagerung dieses Micrococcus in der Lunge und seine ausserordentliche Vermehrung daselbst mit seinem grossen Sauerstoffbedürfniss zusammen. Die wenigen Exemplare, die zuerst in den Lungenkreislauf gelangen, vermehren sich an Ort und Stelle in rapider Weise bis zur vollständigen Verstopfung der Capillaren.

Ausser in den Lungen finden sie sich noch besonders zahlreich in der Milz, den Nieren und der Leber. In der Milz treten sie in reichlicher Menge in der Umgebung der Malpighi'schen Körperchen und innerhalb der venösen Gefässfurchen auf; in den Nieren in der Bindesubstanz, welche aus diesem Grunde hyperämisch erscheint. Hier sind die Mikrokokken besonders angehäuft in der Umgebung der Glomeruli und innerhalb derselben. In der Leber finden sie sich den anderen Organen gegenüber weniger zahlreich und meist zerstreut. Wie man aus den Photogrammen Nr. III, *a*, *b*, *c*, *d*, sieht, liegen die Mikrokokken sowohl frei im Blut als im Innern der Gewebe, gewöhnlich in Gruppen zu vier, einer neben dem andern, wie die Augen eines Würfels. Jedes einzelne Element besitzt eine vollkommen runde Form und hat eine Ausdehnung von 0·90 bis 1·50 μ, während jede Gruppe mit der Kapsel etwa den Raum eines rothen Blutkörperchens einnimmt. Die vier zu einer Gruppe gehörigen Elemente stehen meistens gleichweit aus einander und zeigen, wenn sie vollständig entwickelt sind, dieselbe Form und Grösse. Sie sind umgeben von einem gemeinsamen hellen Hof, der immer deutlich zu sehen ist und sich mit den gebräuchlichen Anilinfarben nicht färbt.

Diese Kapsel findet sich auch bei der Zoogloeabildung dieses Micrococcus im Innern der Organe. Die Kokken vermehren sich durch Spal-

tung: zuerst entfernen sich bald in longitudinaler, bald in transversaler Richtung die beiden Paare von einander und begeben sich an die beiden Seiten der Kapsel. Dort nehmen auf jeder Seite die beiden isolirten Elemente grössere Proportionen an und beginnen sich zu theilen. In diesem Stadium kann man mitunter sehen, wie die beiden Glieder der primitiven Gruppe sich von einander entfernen und wie die Kokken ihre runde Form verlieren, etwas unregelmässige Gestalt annehmen und wie dann im Innern der primären Kapsel eine secundäre sichtbar wird, welche die Theilung der zwei Paare vervollständigt. Ein anderes Mal treten die einzelnen in Theilung begriffenen Kokken aus der primären Kapsel heraus und bleiben dicht neben derselben liegen. Ausser der eben beschriebenen charakteristischen Art der Theilung kann man die Kokken nicht selten in Gruppen zu dreien angeordnet sehen und in diesem Falle beobachten, dass das dritte Element dicker als die beiden anderen und in der Theilung begriffen ist. Bei Blutuntersuchungen sieht es bisweilen so aus, als ob die Mikrokokken in den weissen Blutkörperchen lägen; es handelt sich jedoch in diesem Falle nicht um ein wirkliches Eindringen derselben in den Zellleib der weissen Blutkörperchen, sondern nur um einfache Auflagerung auf dieselben.

Sowohl in Deckglaspräparaten wie in Organschnitten, sei es, dass dieselben mit Alkohol oder mit Chromsäurelösung behandelt waren, färben sich diese Mikrokokken in ausgezeichneter und gleichmässiger Weise mit allen Anilinfarben. Man kann sagen, dass sie am geeignetsten sind, musterhafte mikroskopische Praeparate zu liefern. Mit der Gram'schen Methode färben sie sich sehr distinct, ohne dass die Jodlösung auf die Kapseln schädlich einwirkt. Mit dieser Färbungsmethode behandelt, zeigen sich die Mikrokokken auch verhältnissmässig am grössten. Nach oder vor der Entfärbung mit der Jodlösung kann man Doppelfärbung an Schnitten erhalten, indem man das Gewebe entweder mit Bismarckbraun oder mit Picrocarmin oder mit Eosin färbt. Ausgezeichnete Doppelfärbungen von Deckglaspräparaten erhält man mit Methylenblau nach vorhergehender Eosinfärbung.

Im Blute der Thiere, welche nach der Injection des Speichels durch die Wirkung dieses Micrococcus zu Grunde gegangen sind, findet man denselben fast stets in Reincultur.

Dieser Micrococcus lässt sich auf allen bisher bekannten künstlichen Nährböden und bei gewöhnlicher Temperatur cultiviren. Ausgezeichnet vermehrt er sich auf Nährgelatine, die mit Fleischbouillon präparirt ist, ohne dieselbe zu verflüssigen, er wächst auf Agar-Agar, auf der Oberfläche von Blutserum, von Kartoffeln, in Bouillon und in Milch, in welcher er keine flockige Fällung, wie verschiedene andere Mikroorganismen, bewirkt.

Auf allen diesen Nährböden verlor er bei meinen Untersuchungen auch nach 18 bis 20 Wochen seine Pathogenität und seine Uebertragbarkeit noch nicht.[1] Auf der Oberfläche von Agar, Blutserum und Kartoffeln tritt das Wachsthum in Form einer dicken, feuchten, weisslichen Masse auf. Die Colonie dieses Coccus stellt sich bald rund, bald oval und von milchweisser Farbe dar. In Impfstichen in Gelatineröhrchen sieht die Colonie vollständig nagelförmig aus, sie breitet sich namentlich an der Oberfläche aus, wo sich auch die erste Entwickelung der jungen Cultur zeigt. Die nagelförmige Kuppe wird allmählich dicker, bis sie in alten, nicht ausgetrockneten Culturen die Dicke von 1 bis 2 mm erreicht. In der Tiefe der Gelatine wächst die Cultur in gleicher Weise bald in feinkörniger Gestalt, bald in groben massigen Kugeln. In sehr alten Culturen nimmt die Gelatine in ihren oberflächlichen, von dem Wachsthum nicht ergriffenen Schichten ein milchig-opakes Aussehen an. In Bouilloncculturen bildet sich oft ein mehrere Millimeter hoher weisslicher Bodensatz. Mikroskopische Präparate von dieser wie von allen Reinculturen auf künstlichen Nährböden zeigen diese Kokken ohne Kapsel.

Der Micrococcus tetragenus vom Thiere oder irgend welcher Cultur auf Meerschweinchen und Mäuse übertragen, tödtet dieselben unter den klinischen Symptomen und mit den anatomischen Läsionen, die oben geschildert wurden. Das Alter der Cultur hat keinen Einfluss auf die Pathogenität; alte Culturen, die nicht sehr ausgetrocknet sind, zeigen sich in gleicher Weise virulent wie solche, die erst vor wenigen Tagen angelegt worden. Während sie aber in dieser Weise pathogen auf Meerschweinchen und Mäuse wirken, verhalten sich Kaninchen und Hunde vollständig refractär dagegen. Dieselben können enorme Mengen vertragen, ohne irgend welche Störungen zu erleiden.

Wie ich aus einer kurzen Bemerkung von Gaffky (11) in der Arbeit „Ueber antiseptische Eigenschaften des in der Esmarch'schen Klinik als Verbandmittel benutzten Torfmulls“ ersehe, hat Koch schon 1881 diesen Micrococcus tetragenus aus dem Caverneninhalt der Phthisiker isolirt. Dieser Micrococcus wurde von Koch als pathogen für Meerschweinchen und Mäuse gefunden. Vergleichende Versuche zwischen diesem von Koch isolirten und im hygienischen Institut zu Berlin fortgezüchteten Micrococcus und dem von mir aus dem Speichel isolirten haben keine Unterschiede ergeben. Es ist demnach anzunehmen, dass sie identisch

[1] Im hygienischen Institut befinden sich Culturen dieses selben Micrococcus tetragenus, welche fast vier Jahre lang ausserhalb des Thierkörpers in Nährgelatine cultivirt sind und ihre ursprünglichen Eigenschaften, namentlich auch ihre Virulenz, vollständig bewahrt haben.

sind, und dass sie vielleicht in die Lungencavernen aus der Mundflüssigkeit gelangen, in der sie, wie meine Untersuchungen zeigen, zuweilen vorkommen.

IV. Streptococcus septo-pyaemicus.

Im Laufe dieser Untersuchungen habe ich diesen Mikroorganismus drei Mal im Speichel getroffen. In allen drei Fällen handelte es sich um kranke Individuen, deren eines mit Angina phlegmonosa, zwei mit primärem Larynxerysipel.[1]

Die mikroskopischen Präparate, welche wie gewöhnlich vor dem Thierversuche angefertigt wurden, zeigten zahlreiche, lange Streptokokkenketten, die in zwei Fällen im Speichel fast in Reincultur auftraten, während sie in dem dritten Falle gemeinschaftlich mit dem Tetragenus gefunden wurden.

In der Menge von $^1/_2$ bis 1 ccm unter die Haut der Thiere gebracht, zeigte sich dieser Speichel pathogen für Meerschweinchen, Kaninchen und Mäuse, obwohl nicht constant. Auch wurden oft zwei verschiedene Krankheitsformen durch denselben herbeigeführt.

Kaninchen gingen öfter unter der Form der chronischen Septicämie mit Temperaturerhöhung, allgemeiner Erschlaffung, allmählicher Abmagerung u. s. w. nach 15 bis 20 Tagen zu Grunde. An der Infectionsstelle fand sich gewöhnlich nichts Bemerkenswerthes, manchmal nur circumscripte Infiltration mit eitrigem Centrum; die inneren Organe zeigten hochgradige Anämie; das Blut und die Organsäfte wiesen spärliche Kokken, die gewöhnlich in kleinen Ketten angeordnet waren, auf. Versuche der Uebertragung des Blutes der erkrankten Thiere auf Kaninchen blieben resultatlos. Bei Meerschweinchen und Mäusen, denen die Speichelimpfung unter die Haut gemacht worden war, zeigte sich an der Impfstelle Eiterung, die die Tendenz hatte, sich in dem Unterhautbinde- und Muskelgewebe weiter zu verbreiten. Meerschweinchen überstanden diese Eiterung oft und blieben am Leben; Mäuse starben gewöhnlich.

Auch Infectionen mit Reinculturen dieser Bacterienart hatten die gleiche Wirkung. 0·2 bis 0·4 ccm junger Bouillonreincultur in die Blutbahn injicirt, brachten regelmässig die oben geschilderte septicämische Form hervor. Ein Kaninchen, das in dieser Weise inficirt wurde, starb nach drei

[1] Das Material verdanke ich in dem einen Falle der Liebenswürdigkeit des Hrn. Dr. Blaschko, der mir dasselbe aus seiner Praxis in bereitwilliger Weise zur Verfügung stellte.

Tagen und zeigte Milztumor, Lungeninfarcte, Leberhyperämie und serösblutiges Exsudat in der Pleuralhöhle, in dem sich die Kokken vorfanden. Ausserdem waren in den Nieren desselben Thieres kleine Herde vorhanden. Das Blut zeigte lange Ketten von Streptokokken, wie es im Photogr. IV a zu sehen ist.

Zwei Mal trat nach Injection der Reincultur in die Abdominalhöhle in gleicher Weise der Tod der Kaninchen ein. Noch constanter waren die Erfolge bei Injection von 1 ccm frischer Bouilloncultur direct in die Muskelsubstanz; und zwar wurde diese Quantität in 4 bis 5 gleichen Theilen in verschiedene Muskeln injicirt (Glutaeen, Deltoideen). Nach 24 bis 48 Stunden documentirte sich an diesen verschiedenen Stellen beträchtliche und schmerzhafte Infiltration, die weiterhin die Neigung zeigte, in das Gewebe vorzudringen.

In dieser Weise geimpft, gingen die Thiere manchmal in etwa 15 Tagen zu Grunde, manchmal blieben sie auch am Leben (am häufigsten Meerschweinchen). Sowohl bei den Thieren, die am Leben blieben, als auch bei denen, die starben, wurde bei einem Einschnitte in die Impfstelle am 3. oder 4. Tage nach der Infection zwischen dem Muskelgewebe sehr starke Infiltration eines serös-eitrigen Exsudats gefunden; und es zeigte sich bei der mikroskopischen Untersuchung sowohl dieses Exsudats wie des benachbarten Gewebes die Anwesenheit einer grossen Anzahl von Kettenkokken. Reinculturen, sowohl aus dem Blut dieser Thiere wie auch dem erwähnten Exsudate, waren mit Hülfe der gebräuchlichen Plattenmethode leicht zu erhalten. In der Tiefe von Agar-Agarplatten, wo sich die Colonieen bei Bluttemperatur nach 48 Stunden entwickeln, sieht man ovaläre gelbgraue Colonieen mit grob ausgeschnittenen Rändern. Etwas langsamer wachsen die Colonieen in der Tiefe von Gelatine, wo übrigens nach 5 bis 6 Tagen diese Colonieen dieselbe Grösse und dasselbe charakteristische Aussehen erlangen. In Impfstichen in Gelatine erscheinen die Colonieen in der Form von feinen weissen Körnchen, die in der peripheren Partie etwas grösser sind als in der Mitte, wo die einzelnen Körnchen nur mit Loupenvergrösserung von einander unterschieden werden können. Das Wachsthum dieses Mikroorganismus in Bouillon erfolgt bei Bluttemperatur relativ rasch. Die Bouillon wird getrübt, und die mikroskopischen Präparate aus solchen Culturen zeigen die längsten Ketten mit vielen Windungen. Auf sterilisirten Kartoffelscheiben, die einzeln zwischen in einander gestellte Glasschälchen gebracht werden, wachsen diese Mikroorganismen ebenfalls. Die einzelnen Colonieen sind klein, abgeplattet und schmutzigweiss; sie erreichen nie grosse Ausdehnung. Auf Blutserum findet die Entwickelung ebenfalls statt, und die Colonieen bieten hier dasselbe Aussehen.

Mikroskopisch ist der Coccus vollständig rund und 0·7 bis 0·8 μ im Durchmesser haltend; die Kokken sind in langen Ketten angeordnet, jedoch sind die einzelnen Glieder der letzteren nicht ganz gleich gross. Regelmässig findet man in diesen Ketten paarige Gruppirung der Glieder.

Dieser Streptococcus, verglichen mit dem des Erysipels, der Phlegmone, der puerperalen Metritis, lässt keine Unterschiede erkennen. Identisch ist das Aussehen der Colonieen, gleich langsam die Entwickelung, ähnlich das Resultat der Thierversuche. Bei Thierinfectionen, die auf die mannigfaltigste Weise, wie oben beschrieben, ausgeführt wurden, beobachtet man dieselben inconstanten Resultate; es zeigten sich dabei keine Unterschiede zwischen den Streptokokken von verschiedener Herkunft, sondern nur Unterschiede nach der Art und Weise der Impfung. Auch die Impfung eines weissen Kaninchens an der Haut des Ohres mit dem beschriebenen Coccus, wie mit dem von Phlegmone und Metritis puerperalis lieferte ähnliche Ergebnisse wie die bekannten Impfungen mit dem Erysipelcoccus. Diese Versuche machte ich in der Weise, dass ich zuerst mit einer gewöhnlichen sterilisirten Nadel eine grössere Anzahl von langen Stichen, die parallel der Oberfläche der Haut durch die Epidermis verliefen, ausführte, so dass die Epidermis gewissermaassen eine Reihe von Tunnels enthielt, dass ich ferner in die so unterminirte Haut mit der Platinnadel Reincultur einbrachte. Das gesammte Ohr wurde darauf, um das Eintrocknen zu vermeiden, mit einer Kautschukkappe überzogen. Nach dieser Art der Impfung traten meistens echte erysipelatöse Formen auf, durch Röthung, locale Hitze, Oedem, Bildung kleiner Bläschen, Temperaturerhöhung des Körpers charakterisirt. In einzelnen Fällen kamen auch kleine localisirte Eiterungen zu Stande. In allen diesen Fällen blieben die Kaninchen am Leben.

V. Staphylococcus salivarius pyogenes.

Nicht selten folgt auf die subcutane Injection von Speichel locale Eiterung. Gewöhnlich sieht man dann 3 bis 4 Tage nach der Impfung, während die Thiere sich im Uebrigen vollkommen gesund befinden, eine allmählich zunehmende, locale, entzündliche Schwellung entstehen, welche sich in eine mehr oder weniger ausgedehnte, fluctuirende Stelle verwandelt. Die mikroskopische Prüfung des Inhaltes ergab constant Mikrokokken, welche nach ihrer charakteristischen Anordnung in kleine Trauben, die sie in der Regel zwischen den Eiterzellen bildeten, zu den Staphylokokken zu rechnen wären. Diese Annahme wurde durch die Culturen, welche in der Mehrzahl dieser Fälle angestellt wurden, bestätigt. Es gelang

nämlich meist, zwei Arten zu isoliren, welche sich ihrem ganzen Verhalten nach völlig identisch erwiesen mit den beiden Varietäten von Staphylokokken, welche zuerst von Rosenbach und später von Passet unterschieden worden sind als aureus und albus. Diese Identität zeigte sich sowohl in ihrem Verhalten gegen Gelatine, wie durch das charakteristische Pigment, welches sie im Contact mit dem Sauerstoff der Luft bilden, wie auch schliesslich durch den constanten Effect, den die Verimpfung dieser Reinculturen auf Thiere hervorbrachte, nämlich locale Eiterung.

Hier wurde also nichts anderes gefunden, als was B. Fränkel (12) durch Anstellung von Plattenculturen aus Speichel fand. Wie dieser Autor in seiner Arbeit über „Angina lacunaris und diphtherica" angiebt, fand er in dem Speichel von Kranken mit chronisch-catarrhalischen Zuständen des Pharynx den Staphylococcus pyogenes aureus und albus, die er für analog denen von Rosenbach hält. Aus diesen von einander unabhängigen und sich in gewisser Weise gegenseitig ergänzenden Untersuchungen kann man den überdies vom chirurgischen Standpunkte aus nicht unwichtigen Schluss ziehen, dass die Eiterkokken in der Mundhöhle durchaus nicht selten vorkommen, und dass sie, obgleich mit vielen Mikroorganismen von ganz verschiedener Natur vermischt, in Thieren sich sofort vermehren und hier ihre eigene pathogene Wirkung entfalten.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Inhaltes des Abcesses von einem Meerschweinchen, welches mit dem Speichel eines an Angina scarlatinosa leidenden Kranken (von der Leyden'schen Klinik) subcutan geimpft war, hätte man dasselbe Resultat erwarten sollen; es gelang mir aber trotz aller aufgewendeten Mühe nicht, mikroskopisch einen bestimmten Mikroorganismus zu unterscheiden. Wie gewöhnlich bediente ich mich bei dieser Beobachtung des Oculars Nr. 0 und des Object. $^1/_{12}$ Leitz. Da aber die Abscessbildung unter der Rückenhaut des Thieres acut stattgefunden hatte, so musste man ein pathogenes Agens annehmen.

Um bei diesem negativen mikroskopischen Resultate über die Natur des Abscesses in's Klare zu kommen, wurde einem zweiten Meerschweinchen ein Tropfen des Abscessinhaltes, der während zweier Tage in einem sterilisirten Uhrschälchen aufbewahrt war, unter die Haut gebracht. Auf diesen Infectionsversuch folgte unter denselben Symptomen und nach derselben Zeitdauer ein Abscess mit den gleichen Charakteren. Auch hier lieferte die mikroskopische Prüfung zunächst ein negatives Resultat; bei stärkerer Vergrösserung jedoch ($^1/_{18}$) liessen sich ausserordentlich feine

Kokken unterscheiden, die nach ihrer Lagerung in Mitten der Eiterelemente und nach ihrem massenhaften Auftreten wohl als die Ursachen dieses Abscesses angesehen werden konnten. Die Beobachtungen der Präparate des vorhergehenden Abscesses mit starken Objectiven liess dann denselben Befund erkennen. Züchtungsversuche, welche in diesem zweiten Falle angestellt wurden, ergaben eine bis dahin unbekannte Micrococcusart, welche ich als Staphylococcus salivarius pyogenes bezeichnen möchte.

Sowohl bei der subcutanen Impfung eines Tropfens Eiter wie bei der Injection von Reinculturen bringt dieser Micrococcus constant folgende klinisch-anatomischen Erscheinungen hervor:

Ohne allgemeine Störungen erhebt sich 24 Stunden nach der Impfung in der Ebene der Impfstelle eine harte, bei Druck sehr schmerzhafte Infiltration, welche in den nächsten Tagen an Ausdehnung zunimmt und halbkugelige Gestalt erreicht. Am vierten Tage zeigt sich meist im Centrum dieser Schwellung eine Elasticität, welche später allmählich gegen die Peripherie fortschreitet und immer deutlicher wird, bis nach 6 bis 7 Tagen die ursprüngliche Infiltration in eine heisse, fluctuirende, schmerzhafte Tasche umgewandelt ist. Diese hält sich auch während des weiteren Verlaufes meist circumscript und erreicht keine grössere Ausdehnung, als etwa die einer gewöhnlichen Mandel. Zwischen gesunder und kranker Haut zeigt sich stets eine deutliche Demarcationslinie, die durch einen peripheren, mitunter resistenteren Gewebsstreifen repräsentirt ist. Die über der Geschwulst liegende Haut wird am 6. bis 7. Tage verdünnt und geröthet. Gewöhnlich bricht die Geschwulst von selbst auf, oder aber sie geht nach 1 bis 2 wöchentlichem Bestehen eine spontane Rückbildung ein, reducirt sich in ihrer Masse bis auf eine harte linsenförmige Infiltration, die oft noch nach Monaten an Ort und Stelle fühlbar ist. Es scheint, dass in diesen Fällen die Resistenz des Thieres das Uebergewicht über das Virus erlangt, welches seine Wirkung an Ort und Stelle entfaltet. Zu dieser Ansicht wird man geführt, da bei anderen Thieren dasselbe Material in derselben Quantität verimpft einen Tumor hervorbringt, welcher sich unaufhaltsam vergrössert, bis er nach aussen durchbricht.

Weder in dem Falle des Aufbruches, noch in dem der spontanen Rückbildung des Abscesses gingen die Thiere zu Grunde. Die Krankheit blieb von Anfang bis zu Ende local, ohne den gesammten Organismus in Mitleidenschaft zu ziehen.

Die Untersuchung des Inhaltes nahm ich gewöhnlich nach dem 8 Tage vor, d. h. nachdem deutliche Fluctuation und beträchtliche Ver-

dünnung der bedeckenden Haut eingetreten war. Vor der Eröffnung wurde die Operationsstelle abgeseift, rasirt, mit Sublimatlösung (1 ‰) und dann mit Alkohol und Aether gewaschen. Das Messer wurde vorher in der Flamme sterilisirt.

Beim Einschneiden entleerte sich regelmässig gelber, crêmeartiger Eiter ohne rothe Blutkörperchen und necrotische Fetzen.

Die mikroskopische Untersuchung der Trockenpräparate liess bei starker Vergrösserung zwischen den Eiterelementen zahlreiche kleine Kokken, wie oben ausgeführt, erkennen. Dieselben fanden sich je nach dem Alter des Abscesses in verschiedener Menge; sie lagen fast immer einzeln, weder zu Diplokokken noch zu Ketten, noch in Haufen vereinigt. Besser als mit jeder anderen Färbung gelang es, dieselben mit der Gram'schen Methode deutlich zu machen, und zwar ohne nachfolgende Gegenfärbung. Inmitten des vollständig entfärbten Grundes konnte man so die kleinen intensiv violett gefärbten Kokken leicht erkennen. In anderen Fällen wartete man die vollständige Erweichung der Geschwulst nicht ab, sondern tödtete das Thier und schnitt die ganze infiltrirte Stelle aus, um die Theile der histologischen Untersuchung zu unterziehen. Es zeigte sich dabei starke Injection der Gefässe des subcutanen Gewebes, Proliferation und Auswanderung von lymphoiden Zellen, in deren Mitte sich bei genauem Zusehen viele der ausserordentlich kleinen Kokken entdecken liessen. Dieselben waren nicht überall gleichmässig vertheilt; in der Mitte der schon erweichten Partien lagen sie einzeln und verhältnissmässig nur spärlich, während sie in den peripheren Theilen, innerhalb des frisch infiltrirten Gewebes, in grossen wolkenförmigen Massen erschienen.

Die Untersuchung des Blutes zeigte in keiner Periode der Krankheit die Gegenwart der in dem Abscess beschriebenen Kokken.

Die Kokken sind völlig rund und deutlich kleiner als die Mehrzahl der bis jetzt bekannten anderen Mikrokokken. Ihren Durchmesser konnte man an einigen Stellen besonders durchsichtiger Präpararte, die aus dem Eiter oder auch aus dem Speichel stammten, annäherungsweise auf 0·30 bis 0·50 μ bestimmen.

Diese Beobachtung erinnert an eine analoge Beobachtung Koch's vom Jahre 1879 (17). Koch fand damals (bei progressiver Abscessbildung bei Kaninchen) ausserordentlich kleine Kokken, welche in dem Centrum der Eiterherde nicht zu sehen waren, in der Abscesswand dagegen sehr reichlich auftraten. Doch unterscheiden sich die Mikrokokken der progressiven Abscessbildung bei Kaninchen von den in Rede stehenden Mikrokokken wohl durch folgende Eigenschaften: Der erstere verursachte Eiterung, welche die Tendenz zeigt, sich immer weiter auszubreiten, während der zweite im Falle subcutaner Impfung seine Wir-

kung lediglich an Ort und Stelle entfaltet; der erstere producirt käsige Massen, der zweite nur Eiter von der Art des Eiters heisser Abscesse; der erstere tödtet die Kaninchen in 12 bis 15 Tagen nach vorhergegangener grosser allgemeiner Abmagerung, während bei dem zweiten dieser Ausgang nie vorkommt.

Aus dem Inhalt dieser Abscesse erhält man sehr leicht den Micrococcus in Reincultur, indem man mit einem Tropfen Eiters die gewöhnlichen Platten anlegt. Auf der Gelatine zeigt sich bei Zimmertemperatur zuerst nach 2 bis 3 Tagen beginnendes Wachsthum. Die einzelnen Colonieen, besonders wenn sie in einiger Entfernung von einander liegen, erreichen am 4. bis 6. Tage das Maximum ihrer Entwickelung und verflüssigen von dieser Zeit an langsam die umgebende Gelatine. Die zu dieser Zeit beobachteten Colonieen, und zwar sowohl die in der Tiefe wie auf der Oberfläche der Gelatine, erscheinen vollkommen rund, mit scharf begrenzten Rändern und von weisslich-opalisirender Farbe.

Eine lange Reihe durch viele Generationen hindurch fortgesetzter Culturversuche hat mir gezeigt, dass dieser Micrococcus auf der grösseren Zahl der künstlichen Nährböden wächst und sich lebend erhält. Auf Milch, Bouillon, auf der Oberfläche von Serum, auf Agar, auf Fleischwasser- und Weizeninfusgelatine kann man seine Vermehrung beobachten. Auf der Oberfläche von Kartoffeln wie von Weizengelatine ist freilich sein Wachsthum kümmerlich und kaum sichtbar. Wie die gewöhnliche Gelatine, so verflüssigt sich auch die Weizengelatine unter dem Einflusse seiner fortschreitenden Entwickelung. Die Milch wird durch ihn in grossen Flocken gefällt; Bouillon wird im Brütapparat schon nach den ersten zwei Stunden getrübt. Später findet man am Boden des Röhrchens eine sehr dichte weissliche Ablagerung, die durch das Wachsthum des Micrococcus hervorgebracht ist.

Besonders charakteristisch sind für diesen Micrococcus die Culturen in Impfstichen in Gelatine und auf der Oberfläche von Agar und von Blutserum.

In Stichculturen in Nährgelatineröhrchen, die bei einer Temperatur von 12° bis 14° gehalten werden, beginnt nach dem 4. Tage das Wachsthum längs der Impfstiche. Dasselbe erscheint zuerst an der Oberfläche und schreitet dann allmählich in die Tiefe vor, bis es den ganzen Impfstich ausfüllt. Nach dem 8. Tage ungefähr nimmt die Cultur in der Gelatine die Form eines Trichters mit weiter Oeffnung an der Oberfläche an, der sich nach unten allmählich in eine Spitze auszieht. In dieser Periode beginnt bei Sommerzimmertemperatur eine Verflüssigung der Gelatine, die in den folgenden Tagen langsam weiter geht und sich auf die ganze Länge des Impfstiches ausdehnt. Später bemerkt man, besonders

wenn die Gelatine vollkommen durchsichtig ist, dass der ganze verflüssigte Theil der Cultur wie leicht trübes Wasser erscheint, das man mit einigen Tropfen Milch versetzt hat. Der verflüssigte Theil der Gelatinecultur enthält auch kleine weisse, manchmal glänzende Körnchen wie Fetttröpfchen, die sich in reichen Mengen an der Spitze des Trichters ansammeln (s. Photogr. V). Auf der Oberfläche der verflüssigten Gelatine bemerkt man in dieser Periode ausserdem ein weissliches Häutchen, das dem Platindraht als schleimige, fadenziehende Masse folgt, besonders wenn die Cultur nicht sehr alt ist. Dies ist ein Charakteristicum für diesen Micrococcus, welches ich sowohl an den Culturen aus dem Speichel des Kranken mit der scarlatinösen Angina, wie fernerhin in vielen Generationen des aus den Abscessen gewonnenen Coccus constatirt habe.

Das Photogr. V zeigt eine Cultur dieses Coccus, 25 Tage alt in der Periode der Trichterbildung und der Gelatine-Verflüssigung.

Auf der Oberfläche von Blutserum wächst die Cultur mit derselben weisslich-opalisirenden Farbe, wie wir sie für die Colonieen auf Gelatineplatten beschrieben haben. Man muss jedoch bemerken, dass auf der Oberfläche des Serums das Wachsthum dieses Coccus lange nicht so üppig ist, wie auf der Oberfläche von Agar. Im Falle, dass die Keime auf der Oberfläche von Blutserum zerstreut liegen, sieht man runde, platte, weissliche Colonieen, mit einem dichteren und über die Peripherie erhabenen Centrum.

Auf Agar-Agar, besonders auf schräg erstarrtem, ist das Wachsthum rapide und zeigt einen bemerkenswerthen Farbenwechsel. Bei derartigen Culturen zeigt sich schon nach 24 Stunden bei Bluttemperatur auf der Oberfläche des Agar eine dichte Ablagerung längs des Impfstriches, welche etwa $^1/_2$ bis 1 ^{cm} breit ist. Das weisse, leicht opalisirende Colorit dieses Micrococcus auf Gelatineculturen wird auf der Oberfläche von Agar-Agar vollständig vermisst. Hier nimmt die Cultur eine orange-gelbe Farbe im Centrum und eine weissliche in der Peripherie an. Das gelbe Colorit des Centrums ist lange nicht so intensiv wie das des Staphylococcus pyogenes aureus. Impft man eine solche Agarcultur in Gelatine über, so erhält die sich hier entwickelnde Cultur das oben erwähnte weisslich-opalisirende Aussehen.[1] Mikroskopische Präparate aller dieser Culturen zeigen denselben kleinen Coccus, welcher sich jedoch bisweilen etwas grösser darstellt, besonders wenn er in Theilung begriffen ist, und wenn ihm der Nährboden zusagt.

[1] Bei den Culturen auf der Oberfläche von Agar-Agar ist noch bemerkenswerth, dass dieselben, besonders wenn sie etwas älter werden, Bildung von langen nadelförmigen Krystallen zeigen, welche sich von der Oberfläche des Nährbodens in die Masse desselben hineinerstrecken.

Ausserdem scheint aber auch die mikroskopische Präparationsmethode Einfluss auf die Grösse dieses Coccus zu haben. Von der charakteristischen, oben beschriebenen Grösse findet er sich gewöhnlich im Innern der Abscesse. Das Photogr. Nr. Va zeigt einen Haufen dieses Coccus in Abscessen bei 500maliger Vergrösserung.

Dieser Coccus erzeugt, gleichgültig ob aus alten, durch viele Generationen fortgepflanzten Culturen in geringster Menge, oder aus einem Abscess in der Menge von $^1/_{10}$ Tropfen Eiters einem Thier unter die Haut gebracht, stets denselben Effect; immer sind Krankheitsverlauf und anatomische Natur dieselben. Alle Thiere, welche mit diesem Micrococcus geimpft werden, haben darauf durch Abscessbildung an der Impfstelle reagirt. Bei Mäusen, Meerschweinchen, Hunden und Kaninchen zeigte sich bei der subcutanen Impfung locale, abgegrenzte Eiterung. Auch die sehr dicke und resistente Haut der Hunde verdünnte sich bis zum spontanen Durchbruch und zur Entleerung des Eiters.

Bei der Impfung in die vordere Augenkammer zeigte sich nach den ersten 24 Stunden beträchtliche Gefässinjection, dann reichliches, freies Hypopion und spontane Perforation der Cornea; auch bei dieser Impfweise wurde der Tod der Thiere niemals beobachtet.

Bei der Injection in das Cavum abdominale von Meerschweinchen fand, wenn die injicirte Menge sehr klein war, Absorption derselben statt, ohne dass locale oder allgemeine Krankheitserscheinungen auftraten. Im Falle sehr reichlicher Injection (0·2 bis 0·4 ^{ccm} einer dicken Aufschwemmung von Reincultur des Coccus) in die Bauchhöhle stellte sich Peritonitis ein, und der Micrococcus wurde im Blute des Thieres gefunden. In derselben Quantität in die Jugularvene von Meerschweinchen eingebracht bewirkte der Micrococcus Allgemein-Infection und Tod des Thieres meist nach 8 bis 10 Tagen. In diesem Falle waren neben dem Vorhandensein der Kokken im Blut in den Organen, besonders in den Nieren deutliche kleine entzündliche und hämorrhagische Herde vorhanden.

In der Erwägung, dass die Kleinheit dieses Micrococcus eine sichere Unterscheidung von den gewöhnlichen Eiterkokken nicht unbedingt ermöglichte, haben wir noch andere wichtige Punkte, welche zu einer Differenzirung von Staphylococcus pyogenes aureus und albus verhelfen können, festzustellen gesucht. Den Citreus von Passet habe ich deshalb nicht mit in die Versuchsreihe hineingezogen, weil er sich durch seine charakteristische Farbe schon hinreichend kennzeichnet.

Es haben sich in dieser Hinsicht folgende Thatsachen ergeben:

1. Der Staphylococcus salivarius pyogenes verflüssigt die Gelatine sehr viel langsamer als der aureus und albus. In Culturen, die zu gleicher Zeit und von Culturen gleichen Alters der drei Kokken-

arten angestellt wurden (und zwar in Probirröhrchen, die Gelatine von denselben Präparationen enthielten, und die alle bei einer Temperatur von 10° bis 14° gehalten wurden) zeigten sich die ersten Spuren der Verflüssigung der Gelatine bei dem Staphylococcus salivarius nach 20 Tagen, während der Aureus zu dieser Zeit die Gelatine bereits vollständig, der Albus bis etwa zur Hälfte verflüssigt hatte. Bei einem anderen analogen Versuche zeigte es sich, dass der Aureus schon nach einer Woche die ganze Gelatine verflüssigt hatte, während der Albus dazu einen Monat und acht Tage brauchte; der Staphylococcus salivarius pyogenes hatte nach derselben Zeit noch nicht den dritten Theil der Gelatine aufgelöst.

2. Auf der Oberfläche von Agar erschienen Reinculturen des Aureus intensiv orangegelb, die des Albus schneeweiss, die des beschriebenen Coccus hingegen goldgelb-weisslich.

3. Auf der Oberfläche der Gelatinecultur bildet der Staphylococcus salivarius pyogenes sehr oft ein Häutchen, was bei den beiden anderen nicht der Fall ist.

4. Auch in Abscesseiter ordnet sich der Aureus und Albus in traubenförmigen Haufen, während der Staphylococcus salivarius pyogenes sich stets isolirt in Mitte des Kerndetritus und der Eiterkörperchen vorfindet und Zooglöaform allein in der peripheren Zone annimmt.

Unter den übrigen biologischen Eigenschaften dieses Mikroorganismus verdienen folgende hervorgehoben zu werden:

Zunächst die grosse Haltbarkeit der Culturen: Selbst nach sechs Monaten noch bringt die Ueberimpfung einer Agarcultur auf Gelatine das typische Wachsthum, die Thierinfection typische Abscesse hervor. — Grosse Resistenz zeigt auch der Coccus gegen niedrige Temperaturen. Im Eisschrank bei 8° bis 9° findet noch eine, freilich sehr langsame Entwickelung statt, und man kann die Culturen hier Monate lang aufbewahren, ohne dass sie an Wirksamkeit verlieren. Bei der Uebertragung einer drei Monate lang bei 8° bis 9° aufbewahrten Cultur auf frische Gelatine wurde anfänglich eine sehr langsame und kümmerliche Entwickelung beobachtet. Bei fortgesetzter Ueberimpfung auf immer neue Gelatine trat jedoch allmählich das frühere energische Wachsthumsvermögen wieder hervor. — Auch bei Temperaturen über 40° bewahren die Culturen für lange Zeit ihre Uebertragbarkeit und Virulenz. Eine Temperatur von 43° freilich vernichtet bei 4tägiger Einwirkung das Leben dieses Micrococcus vollständig. — Ziemlich resistent ist dieser Micrococcus gegen Eintrocknen.

2 cm lange Seidenfäden, die vorher in kochendem Wasser sterilisirt und dann mit junger virulenter Cultur imprägnirt waren, erwiesen sich nach 22 tägigem Aufbewahren bei Zimmertemperatur (17°, 18°) noch pathogen. Erst nach längerer Zeit gaben sowohl Uebertragungsversuche auf Gelatine wie Thierexperimente zweifelhafte und inconstante Resultate. — Desinfectionsversuche wurden mit Sublimatlösung 1 : 1000, sowie mit Carbolsäurelösung 1 und 3 Procent unternommen. Nach 2 bis 3 Minuten langer Einwirkung einer 1 procentigen Carbolsäurelösung sind diese Kokken noch entwickelungsfähig, während sie schon nach einer Minute langer Einwirkung der 3 procentigen Carbolsäurelösung abgestorben sind.

Auch mit der 1‰ Sublimatlösung erreicht man vollständige Vernichtung der Entwickelungsfähigkeit nach einer Minute langer Einwirkung.

Durch diese wenigen Untersuchungen glaube ich keineswegs alle die im Speichel vorkommenden pathogenen Mikroorganismen festgestellt und näher erforscht zu haben; immerhin bietet meine Arbeit wohl einen Beitrag zu diesem Gegenstande.

Vielleicht wird es späteren Studien gelingen, noch andere pathogene Mikroorganismen im Speichel aufzufinden. Einmal kann schon die beschränkte Zahl der Speichelproben, welche mir zur Verfügung standen, die Veranlassung sein, dass mir dieser oder jener pathogene Mikroorganismus, den die menschliche Mundflüssigkeit zu beherbergen vermag, entgangen ist; und dann wird auch eine Ausdehnung der Thierversuche, d. h. die Benutzung von anderen Thierarten wohl noch zur Entdeckung solcher pathogener Bacterien führen, für welche die fast ausschliesslich angewandten Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen nicht empfänglich sind. Vielleicht führt auch der Weg, die Mikroorganismen des Speichels zuerst durch die Plattenmethode zu isoliren und dann die so reingezüchteten auf Thiere zu übertragen, in dieser Beziehung noch zu weiteren Ergebnissen; denn man vermeidet es dann, viele verschiedenartige Mikroorganismen zu gleicher Zeit unter die Haut zu bringen. Wir sind uns wohl bewusst, durch unser Verfahren vielleicht von verschiedenen im Speichel vorhandenen pathogenen Mikroorganismen jedesmal diesem oder jenem den Weg besonders leicht gemacht und ihn so bevorzugt zu haben, dass er die anderen überflügelte und letztere unserer Untersuchung entgingen. Zu weiteren positiven Resultaten wird man ohne Zweifel gelangen, wenn man den Speichel von verschiedenartigen Kranken untersucht, und wenn man die aus diesem reingezüchteten Mikroorganismen in die Blutbahn, nicht in das Unterhautbindegewebe bringt.

Ist dieses Capitel erst einmal eingehend genug erforscht, so erweitern sich unsere Kenntnisse nicht nur beziehentlich der pathogenen Mikroorganismen überhaupt, sondern man wird auch allen jenen Infectionen, welche sich den Bissverletzungen oder den blutigen Operationen in der Mundhöhle oft anschliessen, ein viel grösseres Verständniss entgegenbringen.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, dem Hrn. Prof. Koch meinen herzlichen Dank zu sagen für die vielfachen Belehrungen, die er mir während meiner bacteriologischen Studien zu Theil werden liess. Ferner danke ich allen Herren Assistenten des Hrn. Prof. Koch, besonders den Herren DDr. C. Fränkel und Plagge, für ihre freundliche Unterstützung. Hrn. Dr. Plagge bin ich für seine bereitwillige Hülfe, die er mir bei der Anfertigung der Photogramme geliehen hat, zu besonderem Dank verpflichtet.

Berlin, 30. September 1886.

Literatur.

1) Lannelongue und Raynaud, Recherches u. s. w. *Bulletin de l'Académie de médecine.* Séance du 18. janvier 1881. p. 61.

2) Metschnikoff. *Fortschritte der Medicin.* Bd. III. S. 231.

3) Pasteur, Sur une maladie nouvelle, provoquée par la salive d'un enfant mort de la rage. *Comptes rendus.* Bd. XCII. p. 159.

4) Sternberg, The Pneumonia Coccus of Friedländer (Micrococcus Pasteurii). *American Journal of Medical sciences.* p. 435 und *Bacteria.* Second Edition. New-York 1884. p. 237. — *American Journal etc.* 4. Juli 1886.

5) A. Fränkel, Bacteriologische Mittheilungen aus dem Laboratorium der medicinischen Klinik zu Berlin. *Separat-Abdruck aus der Zeitschrift für klinische Medicin.* Bd. X. Hft. 5 und 6. — Ueber einen Bacterienbefund bei Meningitis cerebrospinalis, nebst Bemerkungen über die Pneumoniemikrokokken. *Separat-Abdruck aus der deutschen medicinischen Wochenschrift.* 1886. Nr. 13.

6) Miller, Zur Kenntniss der Bacterien in der Mundhöhle. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1884. Nr. 48.

7) Salvioli und Zäslein. *Separat-Abdruck aus dem Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1883. Nr. 41.

8) Salvioli, Della natura infettiva della polmonite crupale. *Archivio per le scienze mediche.* Vol. VIII. Nr. 7.

8a) Talomon, Note sur le coccus lanceolé de la pneumonie lobaire fibrineuse. *Progrès méd.* 1883. Nr. 31.

9) Weichselbaum. *Wiener Medicinische Gesellschaft.* Juni 1886.

10) Foa und Uffreduzzi, Sulla meningite cerebro-spinale epidemica. Torino 19. Marzo 1886. — Ulteriori ricerche sul Meningococco. Lettura fatte all' accademia di medicina il 26. Marzo 1886. *Estratto dal Giornale della R. Accademia di medicina.* Anno 1886. Nr. 2. 4.

11) Gaffky, Ueber antiseptische Eigenschaften des in der Esmarch'schen Klinik als Verbandmittel benutzten Torfmulls. Langenbeck's *Archiv.* 1883. S. 495—507.

12) B. Fränkel, Angina lacunaris und diphtherica. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 17.

13) Koch, *Wundinfectionskrankheiten.* Leipzig 1879. S. 50—54.

Erklärung der Photogramme.

Phot. I. Bacillus salivarius septicus. Stichcultur in Gelatine. $^1/_1$.

Phot. II. Coccus salivarius septicus. Stichcultur in Gelatine. $^1/_1$.

Phot. III. Micrococcus tetragenus Stichcultur in Gelatine. $^1/_1$.

Phot. IV. Streptococcus septo-pyaemicus. Stichcultur in Gelatine. $^1/_1$.

Phot. V. Staphylococcus salivarius pyogenes. Stichcultur in Gelatine. $^1/_1$.

Phot. I *a.* Bacillus salivarius septicus. Deckglaspräparat vom Blute. $^{1000}/_1$. Die Hüllen sind deutlich als weisser Hof zu sehen. Die zugespitzte Form des Bacillus ist ebenfalls deutlich.

Phot. II *a.* Coccus salivarius septicus. Deckglaspraeparat vom Blute. $^{1000}/_1$. Man sieht in diesem Phot. die Neigung des Micrococcus. auch im Blute Anhäufungen zu bilden.

Phot. II *b.* Derselbe Coccus in einem Leberschnitt $^{500}/_1$. Grosse Colonie in der Gefässverzweigung ohne Infiltration in der Umgebung.

Phot. III *a, b, c.* Micrococcus tetragenus. Deckglaspräparate vom Blute. $^{1000}/_1$. Diese Photogr. zeigen die Gruppirung und die Theilung dieses Coccus in verschiedenen Phasen. Die Hülle ist deutlich zu sehen.

Phot. III *d.* Derselbe Micrococcus in einem Lungenschnitt. $^{500}/_1$.

Phot. IV *a.* Streptococcus septo-pyaemicus. Deckglaspräparat vom Blute. Sehr lange Ketten mit vielen Windungen.

Phot. IV *b.* Derselbe in einem Muskelschnitt. $^{500}/_1$.

Phot. V *a.* Staphylococcus salivarius pyogenes. Schnitt durch die Abscesswand. $^{500}/_1$.

Antwort auf die Entgegnung des Hrn. Dr. Soyka bezüglich meines Aufsatzes:

Die Beziehungen der Bodencapillarität zum Transport von Bacterien.

Von

Dr. A. Pfeiffer
in Wiesbaden.

In dem ersten Hefte des zweiten Bandes der *Zeitschrift für Hygiene* hat Dr. Soyka eine Entgegnung auf meinen im zweiten Hefte des ersten Bandes derselben Zeitschrift erschienenen Aufsatz über: „Die Beziehungen der Bodencapillarität zum Transport von Bacterien" veröffentlicht.

Ich vermeide im Interesse der Leser auf eine Kritik der vermeintlichen Widerlegung meiner Versuchsresultate einzugehen, und beschränke mich auf die Mittheilung, dass ich der Aufforderung Soyka's, die er zum Schlusse seiner Entgegnung an mich richtet, erst neue Versuche mit Vermeidung der (angeblichen) Versuchsfehler anzustellen, nachgekommen bin, wenn ich mich auch keineswegs hierzu verpflichtet fühlte.

Diese neuen Versuche, welche mit Vermeidung des angeblichen Fehlers meiner früheren Versuche, in 5 cm weiten Röhren, deren unteres Ende nur mit einem Drahtnetz überbunden war, angestellt wurden, zu welchen eines Theils die schon früher beschriebene Gartenerde, anderen Theils gewaschener Rheinsand von 0·3 bis 0·5 bis 1·0 mm Korngrösse benutzt wurde, ergaben genau dieselben Resultate wie meine früheren Versuche. Es war also auch bei den von Soyka geforderten veränderten Bedingungen der Capillarstrom nicht im Stande, die in einer $^1/_2$ procentigen Kochsalzlösung aufgeschwemmten Bacterien (Bac. prodig. u. fluoresc. n. liquef.) an die Oberfläche der Versuchsbodenschichten zu befördern. Aus diesem Grunde scheinen weitere Erörterungen überflüssig, ich glaube aber, gestützt auf die Resultate

dieser neuen Versuchsreihe, meinen früheren Ausspruch, dass die Soyka'schen Versuche fehlerhaft sind, jetzt um so mehr aufrecht erhalten zu dürfen.

Mittlerweile hat Soyka in Berlin vor R. Koch selbst seine Versuche demonstrirt. Auf eine diesbezügliche Anfrage dort wurde mir eine Mittheilung über die Versuchsergebnisse Soyka's in Berlin zwar verweigert, ich höre aber von anderer Seite, dass die Versuche Soyka's im hygienischen Institut in Berlin ganz andere Resultate ergaben, als er sie im hygienischen Institut in Prag mit derselben Bodenart erhalten haben will.

Es scheint mir nunmehr an Soyka zu sein, eventuell wieder mit Hülfe seines mathematischen Freundes, die Erklärung für die auffallende Thatsache zu liefern, warum caeteris paribus die Bacterien in Prag durchtreten und in Berlin nicht.

Ueber die toxischen Wirkungen des Zinns,

mit besonderer Berücksichtigung der durch den Gebrauch verzinnter Conserven-Büchsen der Gesundheit drohenden Gefahren.

Von

Dr. Emil Ungar,
Privatdocenten,

und

Dr. Guido Bodländer,
gew. Assistenten des Pharmakologischen Instituts in Bonn.

In einer früher von uns veröffentlichten Arbeit, „Der Zinngehalt der in verzinnten Conservenbüchsen aufbewahrten Nahrungs- und Genussmittel und seine hygienische Bedeutung“[1] behandelten wir die Frage, ob aus dem Genusse des Inhaltes der Conservenbüchsen vermöge seines Zinngehaltes der Gesundheit Gefahren erwachsen könnten. Die Thatsache, dass die verzinnten Eisenblechbüchsen in neuerer Zeit fast ausschliesslich zur Conservirung der Nahrungs- und Genussmittel verwandt werden und dass diese Conserven nicht nur auf der Tafel der Besitzenden erscheinen, sondern schon in der Ernährung grösserer Volksmassen und namentlich der Armeen eine Rolle zu spielen beginnen, liess eine eingehende Prüfung dieser Frage als eine zeitgemässe und für die Hygiene nicht unwichtige erscheinen. Ueber die wesentlichsten der in dieser früheren Veröffentlichung mitgetheilten Thatsachen und Schlussfolgerungen sei zunächst im Nachstehenden kurz referirt.

Die fast ausschliessliche Anwendung von verzinnten Eisenblechbüchsen zur Conservirung der Nahrungsmittel ist, abgesehen von technischen Gründen, auf die auch heute noch selbst in fachmännischen Kreisen allgemein verbreitete Ansicht zurückzuführen, dass das Auf-

[1] *Ergänzungshefte zum Centralblatt f. allgemeine Gesundheitspflege.* Bd. I. S. 49 ff.

bewahren von Nahrungs- oder Genussmitteln in solchen Gefässen nicht mit Gefahren für die Gesundheit verknüpft sei, sofern das Zinn frei von Beimischungen anderer, als unzulässig anerkannter Metalle, als Blei, Arsen etc. sei. Diese Anschauung stützt sich zunächst auf die Meinung, das Zinn sei so schwer angreifbar, dass es überhaupt nicht in den Inhalt der Conservenbüchsen übergehe; sodann geht man von der Annahme aus, dass die Verbindungen des Zinns mit Ausnahme einiger durch ihre ätzenden Eigenschaften sich auszeichnender, auch wenn sie wirklich in den Magen und den Darmcanal gelangten, die Gesundheit nicht zu schädigen vermöchten, da ja das Zinn von der Schleimhaut des Verdauungstractus nicht resorbirt werden könne, und, selbst wenn dies der Fall wäre, nicht einmal giftig sei.

Die Anschauung, dass das Zinn überhaupt nicht in den Inhalt der Conservenbüchsen übergehe, konnten wir als eine irrthümliche nachweisen. Wir wiesen zunächst darauf hin, dass das Zinn, wie verschiedene Arbeiten der neueren Zeit dargethan hätten, nicht so schwer angreifbar sei, als man bisher anzunehmen geneigt war.

So hatten Untersuchungen von Wagner[1] festgestellt, dass das reine Zinn nicht nur von Säuren, sondern auch von Alkalien und sogar von neutralen Salzen, wie von Kochsalz, Salpeter etc. in erheblichem Maasse angegriffen werde. Dass auch sehr verdünnte organische Säuren das reine Metall angriffen, hatte T. P. Hall[2] in Versuchen, die er mit Essigsäure, Weinsäure und Citronensäure anstellte, gezeigt. Ebenso erwiesen sich Hall wie auch Loebisch[3] und einem Anonymus Professor W...[4] Legirungen des Zinns durch verdünnte Säuren angreifbar.

Dem Ergebniss dieser Untersuchungen entsprechend konnten wir feststellen, dass in der That verschiedene in verzinnten Conservenbüchsen aufbewahrte Nahrungs- und Genussmittel in erheblichem Grade zinnhaltig seien. Bei diesen Untersuchungen (die wir auch nach Veröffentlichung unserer ersten Arbeit fortgesetzt haben) erwiesen sich uns als besonders stark zinnhaltig die Spargel. Dieselben, aus den verschiedensten Fabriken bezogen, enthielten durchschnittlich 0·0269 Procent metallisches Zinn. In einer Büchse, deren Inhalt 378 grm wog, betrug der Zinngehalt sogar 0·166 grm.

Wie uns ein späteres Studium der Literatur ergab, hatten bereits

---

[1] *Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt.* 1876. S. 129.

[2] *Amerikan. chemical. Journal.* Bd. IV. S. 440.

[3] *Wiener medicinische Wochenschrift.* 1882. Nr. 48—52,

[4] Citirt nach Superarbitrium der Königl. wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen (Erster Referent: Eulenberg) *Vierteljahrschrift für gerichtliche und öffentliche Medicin.* 1881. S. 277.

vorher zwei englische Chemiker A. Menke[1] und Hehner[2] das Vorkommen von Zinn in den verschiedensten Conserven constatirt.[3]

Für die Beantwortung der Frage, ob und auf welche Weise diese Conserven durch ihren Zinngehalt die Gesundheit schädigen könnten, war es wünschenswerth zu wissen, in welcher Form das Zinn in denselben enthalten sei.

Unsere hierauf gerichteten Untersuchungen, welche sich auf Büchsen mit Spargeln, Erbsen, Möhren, Aprikosen, Erdbeeren, condensirter Milch und Zunge erstreckten, vermochten nicht diese Form des genaueren festzustellen.

Wir konnten nur constatiren, dass das Zinn weder einfach suspendirt, noch dass es in löslicher Form in dem Büchseninhalt enthalten sei, sondern sich in fester schwer löslicher Verbindung mit den Conserven selbst befinde. Es liess sich dementsprechend nicht durch Kochen mit Wasser in Lösung bringen; ebensowenig gelang dies auf Zusatz von Kochsalz oder von Kochsalz mit Essigsäure. Fernerhin wurden, um zu untersuchen, ob das Zinn etwa durch die Magensäure gelöst werden könne, zinnhaltige Conserven längere Zeit mit einer 0·5 procentigen Salzsäurelösung bei Körperwärme digerirt; es konnte jedoch in dem Filtrat Zinn nicht nachgewiesen werden.

Da sich also das Zinn in schwer löslicher Form in dem Büchseninhalt befindet, so mussten wir daraus den Schluss ziehen, dass es beim Genuss solcher Conserven in der Regel eine irgendwie erhebliche Entzündung erregende oder ätzende Localwirkung auf den Verdauungstractus nicht entfalten könne. Dasselbe ergab auch die anatomische Untersuchung des Intestinal-Tractus zweier Kaninchen und eines Hundes, die mit solchen Conserven gefüttert und späterhin getödtet worden waren. Dieser aus den analytischen Ermittelungen und dem Thierversuche sich ergebenden Folgerung entspricht denn auch die Thatsache, dass der Genuss jener Conserven in der Regel nicht von acut auftretenden Krankheitserscheinungen des Verdauungs-Apparates gefolgt ist.

Trotzdem durften wir die Möglichkeit, dass einmal das in dem Inhalt der Conserven enthaltene Zinn eine ätzende Wirkung entfalten könne, nicht als gänzlich ausgeschlossen betrachten. Unsere Untersuchungen der Büchsenspargel hatten uns vielmehr zu dem Schlusse geführt, dass das

---

[1] *Chemical News.* Juli 1878. S. 971.

[2] *The Analyst.* Dec. 1880. S. 218.

[3] Nach Veröffentlichung unserer ersten Arbeit hatte Hr. Prof. Förster die Güte, uns die Mittheilung zu machen, dass auch das städtische Bureau zur Untersuchung der Lebensmittel in Amsterdam auffallend viele Conserven zinnhaltig gefunden hätte.

Zinn höchst wahrscheinlich durch die Brühe von den Wandungen gelöst und erst dann von den Spargeln selbst aufgenommen werde. Wir mussten deshalb die Möglichkeit betonen, dass einmal die Brühe so viel Zinn in Lösung bringen könnte, dass es zur Zeit der Gebrauchnahme von dem festen Inhalt der Büchsen nicht vollständig aufgenommen worden wäre; der in Lösung gebliebene Theil könnte dann immerhin ätzende Eigenschaften haben und dadurch den Intestinaltractus acut irritiren.

In dieser Meinung können uns zwei von einem von uns (Ungar) beobachtete und mehrere von anderen Aerzten in jüngster Zeit uns gütigst mitgetheilte Fälle, sowie eine grössere Anzahl in neuester Zeit in der englischen und amerikanischen Literatur veröffentlichter Beobachtungen von acut auftretenden Krankheitserscheinungen des Magens und des Darms, die sich nach dem Genuss von Nahrungsmitteln eingestellt hatten, welche verzinnten Conservenbüchsen entnommen waren, nur bestärken.

Aber selbst wenn wir von einer acuten Erkrankung durch die zinnhaltigen Conserven absahen, so durften wir doch die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen halten, dass durch einen häufigeren Genuss derselben eine Schädigung der Magen-Darm-Schleimhaut resultiren könne. Wir mussten an diese Möglichkeit um so eher denken, als wir, wie wir weiter unten sehen werden, nachweisen konnten, dass wenigstens ein Theil des aufgenommenen Zinns in Lösung gebracht werde und zur Resorption gelange. Es war daher immerhin daran zu denken, dass die allmählich zur Lösung und mit der Schleimhaut in Berührung gelangenden kleinen Mengen Zinn, wenn sie auch zu unbedeutend seien, eine acut auftretende Erkrankung zu bewirken, dennoch im Laufe der Zeit die Schleimhaut des Verdauungstractus so zu irritiren vermöchten, dass sie eine Störung der Digestion im Gefolge hätten, wie wir eine solche ja auch nach längerer Einfuhr kleinerer Dosen anderer Metalle eintreten sehen.

Mit der Erörterung der Möglichkeit einer localen Einwirkung zinnhaltiger Conserven auf die Schleimhaut des Verdauungsapparates war jedoch die Frage, ob derartige Conserven eine die Gesundheit schädigende Wirkung auszuüben vermöchten, noch nicht erledigt. Wichtiger erschien die Untersuchung, ob nicht das mit den Nahrungsmitteln aufgenommene Zinn dadurch, dass es von der Schleimhaut des Verdauungstractus aufgesaugt und durch die Circulation der Säfte weiter im Körper verbreitet werde, eine Allgemeinwirkung auf denselben auszuüben vermöge.

Trotzdem das Zinn in den von uns analysirten Conserven nur in einer schwer löslichen Verbindung enthalten war, schien es doch, da erfahrungsgemäss durch die complicirten Processe der Magen-Darm-Verdauung auch schwer lösliche Metall-Verbindungen in eine leicht lösliche Form umgewandelt werden können, nicht ausgeschlossen, dass das in den

Conserven enthaltene Zinn zum Theil wenigstens resorbirt werde. Dass dies wirklich der Fall sei, bewies uns zunächst der chemische Nachweis von Zinn in verschiedenen Organen und im Harn eines Hundes und eines Kaninchens, welche mit solchen Conserven gefüttert worden waren. Sodann lehrte in zwei[1] Fällen die Analyse des Harns, dass auch beim Menschen ein Theil des mit solchen Conserven in den Magen aufgenommenen Zinns zur Resorption gelange.

War die Menge des in beiden Fällen in dem Urin gefundenen Zinns auch eine sehr kleine, so genügte sie doch vollkommen, um den Beweis zu liefern, dass von dem mit den Conserven in den Verdauungstractus aufgenommenen Zinn ein Theil wenigstens von der Magen-Darm-Schleimhaut resorbirt werde und in den Säfte-Kreislauf gelange. Berücksichtigen wir hierbei, dass doch jedenfalls nur ein Theil des in den Organismus übergegangenen Zinns durch die Nieren zur Ausscheidung gelangt, während ein anderer analog dem Verhalten anderer Metalle durch die Schleimhaut des Verdauungstractus ausgeschieden und ein Theil auch in den Geweben zurückbehalten wird — von welchem Verhalten wir uns späterhin bei unseren weiter unten anzuführenden Thierversuchen mittelst subcutaner Injection von Zinnpräparaten überzeugten — so müssen wir die Menge des wirklich zur Resorption gelangten Zinns als eine immerhin in Betracht kommende ansehen.

Wir mussten uns deshalb die weitere Frage vorlegen, ob durch das von der Magen-Darm-Schleimhaut aus in den Organismus übergehende Zinn diesem ein Schaden zugefügt werden könne.

Behufs Beantwortung dieser Frage mussten wir uns näher mit der Toxikologie des Zinns beschäftigen. Dieselbe hatte, wie das Studium der einschlägigen Literatur ergab, bisher nur sehr wenig Bearbeiter gefunden; von den überhaupt vorliegenden drei Arbeiten beschäftigten sich zwei zudem nur mit einigen ätzenden Verbindungen des Zinns, und zwar nur mit der acuten Wirkung grösserer Gaben, nämlich eine ältere von Orfila[2] mit den Wirkungen der Chlorverbindungen, eine aus jüngerer Zeit von Hehner[3] mit denen des Zinnhydroxyds und des Zinnhydroxyduls.

In den Versuchen Orfila's (das Gleiche gilt von den Versuchen

---

[1] Der zweite Versuch wurde erst nach Veröffentlichung unserer ersten Abhandlung unternommen:

Der Diener des pharmakologischen Institutes nahm innerhalb von vier Tagen 1·088 kgrm Spargel, 1·027 kgrm Aprikosen und etwa 0·250 kgrm Erdbeeren zu sich, deren Zinngehalt zusammen etwa 0·5 grm betrug. In dem während 6 Tagen gesammelten Urin liessen sich 0·0043 grm Zinn nachweisen.

[2] *Allgemeine Toxikologie* (übersetzt von Kühn). Leipzig 1829. S. 453.

[3] *The Analyst.* Vol. V. Nr. 57. S. 218.

Hehner's) trat, wie White, von dem die dritte Arbeit[1] über die Toxikologie des Zinns herrührt, mit Recht bemerkt, die ätzende Wirkung des angewandten Zinnsalzes ganz in den Vordergrund, weshalb das Vergiftungsbild das gleiche ist, wie wir es von jeder heftig ätzenden Substanz beobachten können.

Um deshalb die Wirkungen nicht ätzender Zinnverbindungen in toxikologischer Hinsicht zu prüfen, benutzte White zwei leicht lösliche Verbindungen des Zinns, eine metallorganische, das essigsaure Zinntriäthyl und das weinsaure Zinnoxydul-Natrium. Mit diesen Salzen stellte er zunächst Versuche an, aus denen er die Folgerung zog, dass durch das Zinn in erster Linie das centrale Nervensystem nach einer vorübergehenden Steigerung seiner Reizbarkeit eine Lähmung erfahre, dass fernerhin die Herzthätigkeit erheblich abgeschwächt werde, und dass bei wiederholter Zufuhr kleinerer Gaben des Metalls auch eine Lähmung der quergestreiften Muskeln zu Stande käme. Hierbei erwies sich das essigsaure Zinntriäthyl in hohem Grade giftiger als das Doppelsalz, indem von ersterem (mit einem Zinngehalt von 44·7 Procent) 2·5 bis 5 ^{mgrm} genügten, um die Thiere innerhalb 8 bis 12 Stunden zu tödten, während von den letzteren Gaben von 5 bis 12 ^{mgrm} Zinn wiederholt injicirt wurden, ehe der Tod eintrat; einem grossen Frosche wurden so im Ganzen 28 ^{mgrm} Zinn beigebracht.

Bei den Versuchen an Warmblütern (Kaninchen und Hunden) injicirte White die Lösung der zu prüfenden Zinnverbindung meist direct in eine Vene; nur in zwei Versuchen an Kaninchen brachte er das Zinn, und zwar in Form des Zinntriäthyls, subcutan bei. Aus diesen Versuchen zog er den Schluss, dass man auch bei subcutaner oder intravenöser Application eine Wirkung auf den Verdauungstractus von einer solchen auf das centrale Nervensystem unterscheiden müsse. Die erstere trete bei Hunden heftiger als bei Kaninchen auf und äussere sich durch Erbrechen, Appetitlosigkeit, Uebelkeit, Durst und profuse Durchfälle, zuweilen auch durch heftige Kolikanfälle. Bei der Section finde man dann im Darm die Zeichen eines heftigen Katarrhs. Auf das centrale Nervensystem wirke das Zinn in zweifacher Weise, durch Rückenmarkslähmung und durch Reizung von Gehirn- und Medullarcentren. Die erstere sei der Grund für eine allgemeine Schwächung der Bewegungen und für eine bedeutende Herabsetzung der Reflexerregbarkeit; aus der letzteren erkläre sich die zur Beobachtung gelangte Aufregung des Sensorium commune, das Muskelzittern und die Störung der Respiration. Aus diesen Beobachtungen scheine hervorzugehen, dass das Zinn dem Blei seiner Wirkung nach am nächsten stehe.

Auch bei diesen Versuchen zeigte sich ein Unterschied in der Giftigkeit der angewandten Zinnverbindungen. Während von dem Zinntriäthyl in einem Falle (Versuch 2) schon 5 ^{mgrm} (also 2·2 ^{mgrm} Zinn) genügten, um den Tod eines „mittelgrossen" Kaninchens bei intravenöser Application herbeizuführen, ist von dem Doppelsalz eine Gabe mit 22 ^{mgrm} Zinn (Versuch 2) die geringste von White angewandte, durch die bei gleicher Applicationsweise ein „mittleres" Kaninchen getödtet wurde. Dosen mit 15 ^{mgrm} (Versuch 8) und 20 ^{mgrm} Zinn (Versuch 12) hatten noch keine Tödtung, sondern nur Trägheit und Steifsein bewirkt.

[1] Ueber die Wirkungen des Zinns auf den thierischen Organismus. *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.* 1881. Bd. XIII. S. 53.

Die Frage, ob durch Darreichung des Zinns vom Magen aus eine giftige Wirkung herbeigeführt werden könne, prüfte White nur in zwei Versuchen. In dem ersten gab er einem kleinen Kaninchen während 14 Tagen tägliche Dosen mit 15 bis 20 mgrm Zinn im Ganzen also 0·24 grm Zinn in Form des Doppelsalzes. Am 15. Tage soll das Thier sehr träge und steif in seinen Bewegungen gewesen und am 16. Tage nach stärker ausgebildeter Parese zu Grunde gegangen sein. In einem anderen Versuche brachte White einem kleinen Hunde während 20 Tagen 1·65 grm Zinn, ebenfalls in Form des Doppelsalzes in den Magen, ohne abnorme Erscheinungen beobachten zu können. In dem während acht Tagen angesammelten Harn fanden sich 0·02 grm Zinn. „Es unterliegt also keinem Zweifel", sagt White, „dass ein Theil des Metalls vom Darm aus resorbirt wird, doch sind die Mengen wahrscheinlich nicht hinreichend, um Wirkungen hervorzurufen."

Trotz des Resultates dieser Harnuntersuchung spricht White am Schluss die Ansicht aus: „Ein Schutz gegen das Zustandekommen einer chronischen Zinnvergiftung ist wahrscheinlich dadurch gegeben, dass das Zinn bei Einführung in Form seiner Salze von den Schleimhäuten aus nicht in's Blut resorbirt wird."

Gebührt auch White das Verdienst, die Wirkung nicht ätzender Zinnverbindungen znm ersten Mal experimentell geprüft und den Nachweis geliefert zu haben, dass auch sie eine toxische Wirkung auf den Organismus auszuüben vermögen, so bedurfte doch noch, wie auch Eulenberg[1] bei Citirung dieser Arbeit hervorhebt, die Wirkung der Zinnverbindungen weiterer Untersuchung.

Zunächst war zu berücksichtigen, dass die Beweisführung von White vielfach nicht völlig einwandsfrei ist. So bediente er sich bei seinen Versuchen an Warmblütern fast ausschliesslich der intravenösen Injection der zu prüfenden Lösung, ein Verfahren, welches schon wegen des damit verbundenen tieferen Eingriffs kaum geeignet ist, ein durch unbeabsichtigte Nebenwirkungen ungetrübtes Bild der eigentlichen Wirkung der zu prüfenden Substanz zu erhalten. Die Wirkung des Zinndoppelsalzes prüfte er, abgesehen von den beiden oben erwähnten Versuchen, in welchen das Mittel per os dargereicht wurde, nur auf diese Weise.

Vermittelst subcutaner Injection prüfte White die Wirkung des Zinns nur in zwei Fällen, und zwar bei Anwendung des essigsauren Zinntriäthyls, einer Verbindung, von der er selbst angiebt, dass es nicht feststände, ob ihre Wirkung nur auf das Metall zurückzuführen, oder von der ganzen Verbindung als solcher abhängig zu machen sei.

Die zwei Versuche, welche White mit der Darreichung des Zinns per os anstellte, konnten keinesfalls geeignet erscheinen, die Frage, ob das Zinn vom Magen aus giftig wirken könne, endgültig zu entscheiden; zunächst schon, weil sie nicht zu einem übereinstimmenden Resultate

[1] *Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens.* Berlin 1882. Bd. II. S. 11.

führten; sodann weil der Versuch am Hunde jedenfalls nicht genügend lange fortgesetzt worden war, als dass es statthaft erschien, daraus die Unmöglichkeit des Zustandekommens einer chronischen Zinnintoxication von der Schleimhaut des Intestinaltractus aus zu folgern. Bei dieser Sachlage schien es erforderlich die toxische Wirkung des Zinns auf den thierischen Organismus einer weiteren Prüfung zu unterziehen. Wir stellten uns diese Aufgabe. In Betracht des Beweggrundes zu dieser Arbeit musste es uns nun zwar vor allem darauf ankommen, festzustellen, ob durch Verabreichung eines nicht ätzenden Zinsalzes per os eine Intoxication zu Stande kommen könne. Um einen sichern Anhaltspunkt zu gewinnen, in wie grossen und wie häufig in der Zeiteinheit wiederholten Mengen das Zinn in den Säftekreislauf übergehen müsse, um eine toxische Wirkung zu entfalten und um das hieraus resultirende Krankheitsbild des genaueren kennen zu lernen, schien es jedoch angezeigt, neben den Versuchen, in welchen das Zinn vom Magen aus dargereicht wurde, auch solche anzustellen, in welchen das Metall in genau bestimmter Menge subcutan applicirt wurde. Es kam bei diesen letzteren Versuchen namentlich darauf an, die Wirkung häufigerer Darreichung kleinerer und kleinster Mengen Zinn zu untersuchen, da hierfür die Versuche von White keinen Anhaltspunkt boten; es erschien aber auch nicht überflüssig, nebenbei auch durch einige Versuche mit subcutaner Injection grösserer Dosen das Bild einer rascher eintretenden und mehr acut verlaufenden Vergiftung zu gewinnen, da ja White vorzugsweise die intravenöse Application geübt und subcutan nur das essigsaure Zinntriäthyl, und dies nur in zwei Versuchen, geprüft hatte.

Bei den von uns unternommenen Versuchen konnte es uns nun weniger darauf ankommen, die Wirkung des Zinns auf einzelne Organe und die Beeinflussung einzelner Functionen des genaueren zu studiren und zu analysiren, als darauf, ein Gesammtbild der etwaigen toxischen Wirkungen und somit einen Anhaltspunkt für die grössere oder geringere Schädlichkeit des Zinns zu gewinnen. Schon die längere Zeitdauer, welche die Durchführung der meisten Versuche erforderte, machte ein genaueres Studium der etwa eintretenden Störungen einzelner Functionen kaum möglich; auch lag eine solche specielle Prüfung etwaiger Einwirkungen des Zinns auf einzelne Lebensvorgänge weniger in der Intention unserer Arbeit, welche sich nicht die Aufgabe gestellt hatte, die gesammte Toxikologie des Zinns oder einzelne Fragen derselben zu studiren, als vielmehr im hygienischen Interesse die Frage zu prüfen, ob und in wie weit aus der Aufnahme des Zinns in den Säftekreislauf eine Schädigung der Gesundheit erwachsen könne.

A. Versuche mittelst subcutaner Injection.

Wir bedienten uns behufs subcutaner Beibringung des Zinns vornehmlich des weinsauren Zinnoxydulnatrium in zwei Versuchen auch des essigsauren Zinntriaethyls. Schon behufs des Vergleiches mit den White'schen Versuchen schien uns die Benutzung der gleichen Salze rathsam, zumal dieselben wegen ihrer Löslichkeit und ihrer nicht ätzenden Eigenschaften auch für unsere Zwecke am geeignetsten erschienen. Auch bei uns beziehen sich die für das weinsaure Doppelsalz angegebenen Dosirungen auf den Gehalt der angewandten Lösungen an metallischem Zinn; bei den Versuchen mit essigsaurem Zinntriäthyl beziehen sich die Zahlenangaben auf das Gewicht der gesammten Verbindung; der Gehalt der Verbindung an metallischem Zinn ist 44·7 Procent.

Bevor wir dazu übergehen über die einzelnen Versuche zu berichten, sei die Bemerkung vorausgeschickt, dass wir die zum Theil sehr langen Versuchsprotokolle meist nur im Auszuge mit Berücksichtigung der wesentlichsten Punkte mittheilen.

I. Versuche mit subcutaner Injection des weinsauren Zinnoxydul-Natrium.

Es folgen zunächst die Versuche, in denen wir das weinsaure Zinnoxydulnatrium subcutan injicirten.

a) Versuche an Fröschen.

Einige dieser Versuche machten wir an Fröschen, wir benutzten nur kräftige wohlgenährte Sommerfrösche von mittlerer Grösse und zwar nur Exemplare von Rana esculenta.

Wir sahen hierbei bei einem Frosche, welchem an zwei auf einander folgenden Tagen je eine Gabe mit 4 ^{mgrm} Zinn injicirt worden war, schon am dritten Tage den Tod eintreten, nachdem am zweiten Tage das Thier so gelähmt war, dass es sich nicht mehr weiterbewegen konnte. Bei einem anderen Thiere, welches an drei Tagen je 3 ^{mgrm} Zinn erhielt, erfolgte am vierten Tage der Tod, nachdem sich wiederum weit verbreitete Lähmungserscheinungen gezeigt hatten.

Bei täglichen Gaben von 1 ^{mgrm} Zinn traten erst am 16. Tage die ersten Zeichen von Lähmung auf, welche von jetzt an bei fortgesetzter Injection so rasch zunahm, dass der Frosch am 17. Tage vollständig unfähig war, sich vorwärts zu bewegen; in der darauf folgenden Nacht krepirte das Thier.

Bei einer Injection von 0·4 ^{mgrm} Zinn täglich bedurfte es 29 Tage bis sich deutliche Lähmungserscheinungen zeigten. Nach Verlauf von weiteren vier Tagen, während welcher die Einspritzungen fortgesetzt worden waren, ging das Thier zu Grunde, nachdem es während des letzten Tages vollständig bewegungsunfähig gelegen hatte, und nachdem auch die Reflexbewegungen vollständig erloschen waren.

Diese Versuche zeigten uns zunächst, dass bei Fröschen noch bedeutend kleinere Dosen als sie White applicirte den Tod des Thieres herbeiführen können. Sie lehrten uns aber namentlich, dass auch sehr geringfügige Gaben, sofern sie nur häufiger angewandt werden, schliesslich das gleiche Resultat bewirken. Sie beweisen uns also die Möglichkeit einer mehr chronisch verlaufenden Zinnvergiftung beim Frosche.

b) Versuche an Kaninchen.

Eine grössere Reihe von Versuchen mit subcutaner Injection des Doppelsalzes unternahmen wir an Kaninchen.

Versuch 1.

Wir begannen mit der Verabreichung einer verhältnissmässig grösseren Dosis, indem wir einem 1590 grm schweren Kaninchen täglich die Dosis von $20^{mgrm} = 12 \cdot 5^{mgrm}$ pro Kilo Körpergewicht injicirten.

Am zweiten Tage stellt sich bei dem Thiere Diarrhoe ein, die am folgenden Tage noch stärker wird.

Am vierten Tage zeigen sich deutliche Lähmungserscheinungen an den hinteren Extremitäten; dieselben werden sichtlich nachgeschleppt. Die Fresslust ist vermindert.

Am fünften Tage vermag sich das Thier nur noch langsam in kurzen Sprüngen mit steif gehaltenem Rücken weiter zu bewegen, wobei es verschiedene Male auf die Seite fällt; es besteht noch immer Diarrhoe. Convulsionen werden nicht beobachtet. Die Injection von Zinn wird an diesem Tage ausgesetzt.

Am andern Morgen wird das Thier todt aufgefunden. Der Cadaver wiegt nur noch 1170 grm.

Aus dem Obductionsprotokoll wäre hervorzuheben: Der Magen voll Grünfutter, im Dünndarm und Dickdarm grünliche breiige Massen. Die Darmschleimhaut vielfach, namentlich in den unteren Partien des Dünndarms, des Blinddarms und in dem Beginn des Dickdarms, injicirt und hier und da kleine Ekchymosen zeigend. Die Peyer'schen Plaques sind hier und da markig infiltrirt.

Nachdem sich in diesem Versuche das Vergiftungsbild so rasch abgespielt hatte, schien es angezeigt, sofort zu einer bedeutend geringeren Dosis überzugehen.

Versuch 2.

In diesem Versuche erhielt ein 1835 grm schweres Kaninchen täglich 10^{mgrm} Zinn $= 5 \cdot 45^{mgrm}$ pro Kilo injicirt. Am siebenten Tage stellt sich eine mässig starke Diarrhoe, ein, die während der nächsten Tage anhält; die Fresslust erscheint etwas verringert.

Am 15. Tage machen sich Lähmungserscheinungen bemerklich. Das Thier vermag sich weniger rasch weiter zu bewegen und ist offenbar in seinem Gange unbeholfener.

Noch deutlicher erscheint die Lähmung am 17. Tage ausgeprägt; nur schwer vermag sich das Thier von der Stelle zu bewegen, wobei es dann die steif ge-

haltenen Hinterbeine nachschleppt. Auf die Seite gelegt vermag es nur mit grosser Anstrengung sich wieder aufzurichten; besonders fällt es ihm schwer, sich aus der linken Seitenlage zu erheben. Die Diarrhoe hat nachgelassen.

Am 18. Tage erhält das Thier kein Zinn mehr injicirt; es liegt, unfähig sich zu erheben, auf der Seite. Nahrung nimmt es nicht zu sich. Dann und wann zeigen sich choreaartige Bewegungen der Extremitäten, die Athmung ist verlangsamt und aussetzend. Abends ist das Thier todt.

Das Gewicht des Thieres war auf 1280 grm gesunken. Im Dünndarm zeigen sich vereinzelte mässig stark injicirte Partien. Im Blinddarm und angrenzenden Partien des Dünn- und Dickdarms ist die Schleimhaut etwas graubraun pigmentirt. Einzelne Peyer'sche Plaques sind geschwellt und von graubrauner Farbe. Sonst ergiebt die Obduction nichts bemerkenswerthes. Namentlich zeigen Gehirn und Rückenmark keine Veränderungen.

Versuch 3.

Ein weibliches Kaninchen, 2100 grm schwer, erhält täglich 8 mgrm = 3·8 mgrm pro Kilo.

Um einen Anhalt zu gewinnen, wie gross ungefähr die Menge des sowohl durch den Urin als durch die Fäces ausgeschiedenen Zinns sei, ward dieses Thier vom 11. Tage Abends bis zum 19. Tage Abends in einen Kasten gesetzt, dessen siebförmiger Boden eine möglichst getrennte Aufsammlung von Urin und Koth gestattete. Die Menge des während dieser Zeit gesammelten Urins betrug 1100 ccm, die der Fäces 347 grm.

Während der ersten vier Wochen liess das Thier keine krankhaften Veränderungen erkennen; sein Gewicht betrug nach dieser Zeit 2060 grm.

Vom Beginn der fünften Woche an erschien das Thier etwas träger in seinen Bewegungen und magerte sichtlich ab, wiewohl die Fresslust jedenfalls nicht erheblich vermindert war.

Deutlichere Erscheinungen einer Einwirkung des Zinns zeigen sich am 44. Tage nach Beginn der Injection. Es besteht jetzt eine ausgesprochene Lähmung der hinteren Extremitäten, so dass dieselben beim Laufen nachgeschleppt werden. Diese Lähmungserscheinungen nehmen in den nächsten Tagen so zu, dass das Thier beim Laufen wiederholt auf die Seite fällt.

Am 48. Tage wird das Thier todt im Stall vorgefunden, nachdem es sich am Tage zuvor kaum mehr von der Stelle zu schleppen vermocht hatte.

Die Section des nur noch 1340 grm schweren Thieres ergiebt, dass sich unter der Rückenhaut desselben mehrere grosse offenbar mit den Injectionen in Zusammenhang stehende Käseheerde entwickelt haben; im Uebrigen finden sich bei der Obduction von pathologischen Erscheinungen, eine geringe fettige Degeneration der Leber, geringe circumscripte Injection verschiedener Stellen der Magenschleimhaut und stärkere mehr gleichmässig verbreitete Injection der Duodenal-Schleimhaut; die Peyer'schen Plaques sind vielfach geschwellt und eigenthümlich braun verfärbt; ihre Epithelial-Bekleidung zeigt keine Veränderung und nur bei einzelnen derselben ist die Umgebung leicht geröthet. Auch erscheinen die solitären Follikel vielfach geschwellt; die Schleimhaut des Coecums und der angrenzenden Partien des Dünn- und Dickdarms zeigt sich ebenfalls auf jene eigenthümliche Weise braun pigmentirt.

Die Nieren, sowie das Gehirn und Rückenmark lassen keine krankhaften Veränderungen erkennen.

Weitere Käseheerde oder Zeichen tuberculöser Entartung als die erwähnten Heerde unter der Rückenhaut werden nicht angetroffen.

Fanden sich auch bei diesem Thiere Käseheerde unter der Haut, welche immerhin geeignet waren auf das Allgemeinbefinden des Thieres einen deletären Einfluss auszuüben und von denen wohl die Blutarmuth und der Fettschwund zum Theil resultiren mochten, so dürfte es doch kaum zweifelhaft sein, dass wir die Ursache für die zur Beobachtung gelangten Krankheitserscheinungen und das schliessliche Zugrundegehen des Thieres hauptsächlich in der Aufnahme des Zinns zu suchen haben. Die eclatanten Lähmungserscheinungen, unter denen ja schliesslich auch das Thier zu Grunde ging, lassen sich jedenfalls nicht von jenen Käseheerden ableiten; zu Gunsten der Annahme, dass sie eine Folge der Zinnaufnahme in den Organismus seien, spricht zudem der Umstand, dass in den übrigen Versuchen ähnliche Lähmungserscheinungen zur Beobachtung gelangten.

Die Analyse der gesammelten 1100 ^{ccm} Urin ergab einen Gehalt von 0·0355 ^{grm} SnO_2 = 0·0280 ^{grm} Sn, d. i. 43·74 Procent von den während dieser Zeit dem Thiere beigebrachten 64 ^{mgrm} Zinn. In den Fäces von einem Gesammtgewicht von 347 ^{grm} konnte nach dem Veraschen nur der Theil des Zinns bestimmt werden, welcher sich durch Behandeln mit starker Salzsäure in Lösung bringen liess. Das sehr grosse Gewicht der Asche machte eine Aufschliessung derselben unmöglich; es gelang nur der qualitative Nachweis, dass in derselben auch noch nach dem Ausziehen mit Salzsäure in relativ reichlicher Menge Zinn zurückgehalten worden war. Das in Lösung gebrachte Zinn wurde durch Schwefelwasserstoff gefällt und wie gewöhnlich bestimmt; es fanden sich in der Lösung 0·0215 ^{grm} SnO_2 = 0·0162 ^{grm} Sn, d. i. 26·40 Procent von der Zinnmenge, welche das Thier während der acht Tage subcutan injicirt erhalten hatte.

Diese Analyse ergab also, dass von dem in den Säftekreislauf aufgenommenen Zinn jedenfalls ein sehr grosser Theil wieder aus dem Organismus ausgeschieden worden war.

War es auch nicht möglich gewesen bei dieser Untersuchung die Menge des durch die Darmschleimhaut ausgeschiedenen Zinnes genau zu bestimmen, so war doch jedenfalls das Eine constatirt, dass die Darmschleimhaut sich in nicht unerheblichem Maasse an der Ausscheidung des Zinns betheilige.

Versuch 4.

Ein 1670 ^{grm} schweres Kaninchen erhält täglich 5 ^{mgrm} Zinn injicirt = 3 ^{mgrm} pro Kilo.

Am 20. Tage erscheint das Thier krank; es ist nur schwer zum Laufen zu bewegen und schleppt dann das rechte Hinterbein nach. Sein Gewicht beträgt jetzt 1860 ^{grm}.

Die Lähmungserscheinungen nehmen von jetzt an langsam zu, so dass sich am 39. Tage deutlich Parese der hinteren Extremitäten zeigt, namentlich auf der rechten Seite. Das Thier fällt beim Laufen auf diese Seite und kann sich nur mit Mühe aufrichten. Dabei zeigen sich ab und zu leichte convulsivische Zuckungen am Kopf und Hals, die sich zuweilen auch über den ganzen Körper erstrecken; auch in den nächsten Tagen werden dieselben wiederholt beobachtet; durch sensible Reize werden dieselben nicht ausgelöst. Bei nicht verminderter Fresslust beträgt das Gewicht des Thieres jetzt nur noch 1475 grm.

Am 42. Tage liegt das Thier auf der rechten Seite und vermag sich nicht mehr aufzurichten. Die Athembewegungen sind verlangsamt und unregelmässig; die Herzthätigkeit ist ausserordentlich verlangsamt, 64 in der Minute. Ab und zu zeigen sich noch an verschiedenen Stellen des Körpers leichtere Muskelzuckungen, seltener heftige convulsivische Bewegungen der Extremitäten. Dabei ist das Thier offenbar von grosser Unruhe beherrscht, welche sich in häufigen Bewegungen einer oder der anderen vorderen Extremität oder des Kopfes ausspricht, Bewegungen, welche den Eindruck der willkürlichen machen. Bei Berührung schreit das Thier heftig. — Am Abend wird das Thier, welches noch am letzten Tage gut erhaltene Fresslust gezeigt hatte, todt vorgefunden.

Die Section ergiebt von bemerkenswerthen Befunden folgende: Der 1450 grm schwere Cadaver ist blut- und fettarm. Die Schleimhaut des Magens und des Duodenums erscheint hier und da leicht injicirt; die Peyer'schen Plaques, sowie die solitären Follikeln sind zum Theil geschwellt und braun pigmentirt. Ebenso zeigt sich im Blinddarm und angrenzenden Partien des Dünn- und Dickdarms stellenweise jene braune Pigmentirung. Auch bei diesem Thiere lassen sich an Gehirn und Rückenmark keine pathologischen Veränderungen erkennen.

Versuch 5.

Ein 1653 grm schweres Kaninchen erhält täglich 4 mgrm Zinn = 2·4 mgrm pro Kilo. Nach zwölf Tagen beginnt bei dem Thiere eine leichte Diarrhoe, welche sich nach zwei Tagen wieder verliert; von da an zeigt das Thier lange Zeit keine krankhaften Erscheinungen.

Erst nach Ablauf von drei Monaten von Beginn der Injection an gerechnet, beginnt das Thier träger zu werden, so dass es meistens still in einer Ecke hockt, aufgescheucht lässt es beim Laufen noch keine Lähmung erkennen.

14 Tage später lassen sich an den hinteren Extremitäten Lähmungserscheinungen beobachten; dieselben nehmen von jetzt an langsam zu und greifen auch auf die vorderen Extremitäten über, so dass das Thier sich schliesslich nur noch langsam und schleppend weiter bewegt und meist still in einer Ecke hockt; indessen ist das Lähmungsbild kein irgend wie charakteristisches und nicht so ausgeprägt, wie in den vorstehend beschriebenen Versuchen.

Krämpfe oder auch nur leichte Zuckungen werden nicht sichtbar; die Fresslust ist nicht merklich vermindert.

Am 124. Tage wird das Thier des Morgens todt vorgefunden; sein Gewicht beträgt jetzt nur 1005 grm, so dass es also eine Gewichtsabnahme von 648 grm erlitten hat.

Die Section ergiebt keinen bemerkenswerthen Befund; auch die Schleimhaut des Magens und Darms lässt nichts Pathologisches erkennen.

Versuch 6.

Ein 1820 grm schweres Kaninchen erhält täglich 3 mgrm Zinn = 1·6 mgrm pro Kilo. Hierbei lässt das Thier sieben Monate lang keine krankhaften Erscheinungen erkennen, erst nach dieser Zeit tritt eine Gewichtsabnahme bei gut erhaltener Fresslust ein; das Gewicht des Thieres, welches vier Monate nach Beginn des Versuches auf 1920 grm gestiegen war, ist jetzt am 212. Tage auf 1660 grm gefallen.

Erst im Verlauf des achten Monats beginnt das Thier in seinen Bewegungen träger zu werden; auch scheint es jetzt als ob es die hinteren Extremitäten nicht mehr so leicht und sicher wie bisher bewegen könnte.

In den nächsten Wochen wird das Thier in seinen Bewegungen steifer und unbeholfener. Schliesslich sitzt es beständig auf einem Platze und lässt sich nicht aufscheuchen, ein charakteristisches Lähmungsbild tritt in Folge dessen nicht zu Tage. Am 255. Tage krepirte das Thier. Krämpfe oder auch nur leichtere Muskelzuckungen waren auch bei diesem Thiere nicht beobachtet worden.

Der Obductionsbefund des noch 1500 grm schweren Cadavers ergab, abgesehen von einer mässigen Abmagerung und ziemlicher Blutleere, nichts Bemerkenswerthes.

Gleichzeitig mit diesem Versuche hatten wir bei zwei anderen Kaninchen mit der Injection von 2 beziehungsweise 1 mgrm begonnen.

Versuch 7 und 8.

Ein 2005 grm schweres Kaninchen erhält täglich 2 mgrm Zinn = 1 mgrm pro Kilo, ein 1780 grm schweres täglich 1 mgrm = 0·56 mgrm pro Kilo subcutan injicirt.

Diese Injectionen werden während elf Monaten fortgesetzt, ohne dass die Thiere irgend welche krankhaften Veränderungen zeigten, woraufhin die Injectionen eingestellt wurden.

Das Kaninchen, welchem täglich 2 mgrm Zinn injicirt worden waren, warf am 78. Tage nach Beginn der Injection 5 offenbar nicht ausgetragenen Föten, welche bald nach der Geburt abstarben; es liess sich in denselben ein Zinngehalt nicht nachweisen.

Als erste Krankheitserscheinung sehen wir in einigen der vorstehenden Versuchen an Kaninchen Diarrhoen auftreten; doch erreichen dieselben nur bei den beiden Thieren in Versuch 1 und 2, die verhältnissmässig grössere Dosen erhalten, und bei welchen das ganze Vergiftungsbild mehr acut verläuft, eine grössere Itensität. In Versuch 5, in welchem das Thier 2 mgrm pro Kilo erhält, stellt sich zwar auch am zwölften Tage der Injection eine Diarrhoe ein, um jedoch nach zwei Tagen wieder zu verschwinden. Entsprechend dieser während des Lebens beobachteten Erscheinung ergiebt die Obduction in den beiden ersten Versuchen Zeichen einer ziemlich starken entzündlichen Affection der Darmschleimhaut; aber auch in den beiden folgenden Versuchen mit den nächst geringeren Dosen

von 3·8 mgrm und 3 mgrm pro Kilo zeigt sich auch noch, wiewohl in geringerem Grade, eine entzündliche Reizung des Darms, obschon sich bei diesen Thieren während des Lebens keine darauf hindeutenden Erscheinungen hatten beobachten lassen. In Versuch 5, in welchem sich zwar während der ersten Versuchzeit einmal kurz anhaltende Diarrhoe zeigte, nach welcher aber das Thier noch fast vier Monate lang am Leben blieb, finden wir bei der Obduction keinen darauf hindeutenden Befund. Wollen wir annehmen, dass diese kurz dauernde Diarrhoe wirklich eine Folge der Zinnzufuhr gewesen sei, so liegt der Schluss nahe, dass im weiteren Verlauf der Injectionen eine Angewöhnung des Darmtractus an jenen Reiz stattgefunden hatte.

In Versuch 6, 7 und 8 sehen wir entsprechend den nur sehr geringen Dosen weder während des Lebens noch bei der in Versuch 6 vorgenommenen Obduction irgend welche Zeichen einer Einwirkung des injicirten Zinns auf den Verdauungstractus. Die anatomische Untersuchung des Darms lässt sodann noch in Versuch 2, 3 und 4 die eigenthümliche Erscheinung erkennen, dass die Peyer'schen Plaques vielfach geschwellt sind und eine eigenthümlich graubraune Pigmentirung zeigen; die gleiche graubraune Verfärbung weist in diesen drei Versuchen die übrige Schleimhaut des Blinddarms und angrenzender Partien des Dünn- und Dickdarms auf.

Bemerkenswerth ist, dass in allen diesen Versuchen die Fresslust keine stärkere Einbusse erlitten zu haben schien. Trotzdem war in sämmtlichen Versuchen, mit Ausnahme von Versuch 7 und 8, in welchen sich ja überhaupt keine Einwirkung des Zinns constatiren liess, eine bedeutende Abmagerung und Gewichtsabnahme zu constatiren. Wenn die Differenz zwischen dem Gewicht der Thiere zum Beginn und zum Schluss der Versuche in Versuch 4 und 6 eine nicht so bedeutende ist, so ist zu berücksichtigen, dass diese beiden Thiere noch im Wachsen begriffen waren und dem entsprechend in der ersten Versuchszeit noch an Gewicht gewonnen hatten.

Neben den Erscheinungen der Abmagerung liess sich in sämmtlichen Cadavern eine mehr oder minder ausgeprägte Anämie constatiren.

Zu den erwähnten Störungen im Verdauungstractus und in dem Ernährungszustande des Thieres gesellten sich nun noch in den Versuchen 1 bis 6 Lähmungserscheinungen. Dieselben machten sich in sämmtlichen Versuchen zuerst an den Hinterbeinen bemerklich, in den vier ersten Versuchen treten diese Störungen der Motilität so deutlich zu Tage, dass wir dieselben nicht etwa als Ausdruck des Marasmus betrachten können; in Versuch 5 und 6 freilich, in welchen das ganze Vergiftungsbild langsamer verläuft, sind diese Motilitätsstörungen weniger ausgeprägt.

Reizerscheinungen im motorischen Gebiete finden wir nur in Versuch 2 und 4 verzeichnet; in Versuch 2 beschränken sich dieselben auf leichte choreaartige Bewegungen der Extremitäten, die erst am letzten Versuchstage auftreten; in dem Versuch 4 sehen wir schon drei Tage vor dem Tode ausgesprochene Convulsionen auftreten und sich in steigender Intensität häufiger wiederholen. Bei diesem Thiere geht auch dem Tode eine in den anderen Versuchen nicht beobachtete grosse Unruhe voraus.

Sensible Störungen konnten wir in diesen Versuchen nicht nachweisen, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass dieselben sich bei diesen so indolenten Thieren leicht der Beobachtung entziehen.

c) Versuche an Hunden.

Versuch 9.

Wir begannen diese Versuche mit der Injection einer verhältnissmässig grösseren Menge, nämlich 6·74 ^{mgrm} pro Kilo Körpergewicht. Einem ausgewachsenen 3710 ^{grm} schweren Hunde injicirten wir täglich 25 ^{mgrm} des Zinnsalzes. Während der ersten sechs Tage bot der Hund keine krankhaften Erscheinungen dar. Am siebenten Tage erbrach er wiederholt und zeigte verminderte Fresslust.

Am achten Tage, Morgens, wimmert und schreit der Hund beständig und krümmt sich wiederholt, so dass das Ganze den Eindruck macht, als habe das Thier heftige Kolikschmerzen; es verkriecht sich, läuft aufgescheucht mit gekrümmtem Rücken und etwas schwankend, erbricht wiederholt die aufgenommene Nahrung und zeigt fast beständig Würgbewegungen, bei welchen zuweilen schleimige Massen entleert werden. Nachmittags kann er sich kaum mehr fortbewegen und fällt bei Versuchen zu laufen auf eine oder die andere Seite. Die Bewegungen der Extremitäten sind steif und eckig; auch machen dieselben den Eindruck der Ataxie. Dabei sind die Muskeln offenbar stark gespannt; die Sehnenreflexe sind nicht verstärkt, aber auch nicht deutlich herabgesetzt. Das Wimmern und Schreien des Thieres hält mit kurzen Unterbrechungen noch immer an. Diarrhoe wird nicht beobachtet.

Am folgenden Morgen gegen 8 Uhr krepirt der Hund, nachdem er kurz vorher grosse Unruhe gezeigt hatte; das Wimmern hielt bis kurz vor dem Tode an; dem Tode sollen nach Aussage des Institutsdieners Convulsionen vorangegangen sein.

Bei der Obduction des nur noch 3080 ^{grm} schweren Cadavers ergab sich ausser einer mässigen Hyperämie des Gehirns nichts Bemerkenswerthes. Auch die von Herrn Docenten Dr. Rumpf gütigst vorgenommene mikroskopische Untersuchung von Gehirn und Rückenmark nach Erhärtung derselben liess keine nachweisbaren Structuränderungen erkennen. Magen- und Darmschleimhaut entgingen durch ein Versehen der Untersuchung.

Ausser diesem Versuche machten wir noch einen zweiten mit einer verhältnissmässig grösseren Dosis.

In diesem Versuche erhielt der Hund pro Kilo Körpergewicht 5·24 ^{mgrm} Zinn.

Versuch 10.

Das 5730 grm schwere Thier erhält täglich 30 mgrm Zinn in Form des Zinndoppelsalzes injicirt.

Am dritten Tage ist das Thier sehr träge, zeigt geringe Fresslust und erbricht einige Mal. Am folgenden Tage ist der Hund offenbar schwer krank; er nimmt nur noch sehr wenig Nahrung zu sich, erbricht wiederholt, auch gallig gefärbte Massen, und liegt meist still in der Hütte. Sein Gang ist ein deutlich veränderter; er trägt den Rücken gekrümmt, macht mit steif gehaltenen Beinen nur kurze Schritte, wobei er leicht in's Schwanken geräth. Eine zu seinem Stalle führende niedrige Stufe vermag er nur mit Mühe und einen Anlauf nehmend zu übersteigen.

Am fünften Tage frisst der Hund gar nichts mehr, zeigt aber starken Durst; aufgescheucht vermag er sich nur noch langsam mit stark gekrümmtem Rücken und steifen, gespreizten Vorderbeinen, die Hinterbeine nachziehend, zu bewegen. Die Erhöhung vor seiner Hütte übersteigt er erst nach wiederholten vergeblichen Versuchen; beim Stehen und beim Laufen schwankt er sehr.

Am folgenden Tage haben die Lähmungserscheinungen noch zugenommen, so dass der Hund beim Versuch, sich weiter zu bewegen, wiederholt umfällt. Beim Stehen zittert er stark und zeigt starkes Schwanken, selbst beim Liegen schwankt er mit dem Kopfe hin und her; stellt man ihn so auf, dass er auf den Rückflächen der Vorderpfoten steht, so verharrt er ruhig in dieser Lage; das Thier erscheint in hohem Grade apathisch. Die Sensibilität der Extremitäten ist eine offenbar verminderte; die Sehnenreflexe lassen keine erheblichen Veränderungen erkennen.

Am folgenden Tage stellt sich noch wiederholt Diarrhoe ein, wobei schliesslich die Fäces mit Blut vermengt sind; an diesem Tage wird dem Hunde kein Zinn mehr gegeben.

Am Nachmittage krepirt das Thier, nachdem es sich an diesem Tage nicht mehr von der Stelle bewegt und ab und zu leichte Zuckungen der Extremitäten gezeigt hatte. Wimmern oder Schreien wurden bei diesem Versuche nicht beobachtet.

Der Cadaver wiegt nur noch 4620 grm; derselbe ist ziemlich blutarm. Die Leber ist in mässigem Grade fettig degenerirt. Die Schleimhaut des Magens ist namentlich auf der Höhe der Falten stark injicirt; ebenso die des Duodenum, hier auch vereinzelte Ekchymosen. Auch die Schleimhaut der tieferen Dünndarmpartien vielfach injicirt und vereinzelte Ekchymosen zeigend.

Im Beginne des Ileum befindet sich eine etwa 10 cm lange, in ihrer grössten Breite etwa 1 cm messende hochroth verfärbte Stelle. Diese von der der Umgebung abstechende Färbung ist durch eine besonders intensive Injection dieser Stelle bedingt. Auch im Dickdarm starke Injection der Schleimhaut, namentlich auf der Höhe der Längsfalten; die Peyer'schen Plaques und solitären Follikeln treten nirgends besonders hervor. Gehirn und Rückenmark erweisen sich ziemlich hochgradig hyperämisch, ohne besondere Structurveränderungen erkennen zu lassen.

Dem Zwecke unserer Arbeit gemäss glaubten wir, nachdem wir durch die beiden vorangehenden Versuche das Bild der mehr subacuten Vergiftung beim Hunde gewonnen hatten, von weiteren Versuchen mit Application verhältnissmässig grösserer Dosen Abstand nehmen zu können.

In dem folgenden Versuche gingen wir daher zu der viel geringeren Dosis von 1·71 mgrm pro Kilo Körpergewicht über.

Versuch 11.

Einem 5840 grm schweren männlichen Spitzhunde werden täglich 10 mgrm Zinn injicirt.

In der vierten Woche fängt der Hund an, sich in seinen Bewegungen schwerfälliger zu zeigen; auch beginnt eine gewisse Lähmung, namentlich der hinteren Extremitäten, sich bemerkbar zu machen.

Am 38. Tage besteht eine deutliche Parese der Hinterbeine mit erhöhter Muskelspannung; die Sehnenreflexe der hinteren Extremitäten scheinen leichter zu Stande zu kommen; die Sensibilität erscheint etwas vermindert.

Die Lähmung nimmt in den nächsten Tagen so zu, dass der Hund beim Aufrichten und bei Bewegungsversuchen wiederholt auf die Seite fällt. Sein Gang ist jetzt ein deutlich spastischer. Ab und zu erbricht das Thier, zeigt aber dabei ziemlich gute Fresslust.

Am 45. Tage sind Lähmung und Unbeholfenheit des Thieres so hochgradig, dass es eine Speichertreppe, welche es früher mit Leichtigkeit und schnell erstieg, nur noch langsam und mühevoll zu erklimmen vermag und beim Versuche sich auf der obersten Stufe zu wenden herabfällt, ohne sich jedoch zu verletzen.

Unter Zunahme der Lähmungserscheinungen, welche es ihm schliesslich unmöglich machen, sich weiter zu bewegen und kaum mehr gestatten sich aufzurichten, geht das Thier am 47. Tage zu Grunde, ohne dass Convulsionen bei ihm beobachtet worden wären. Die Fresslust war in den letzten Tagen eine sehr verminderte.

Die Obduction des nur noch 4625 grm schweren Cadavers ergiebt ausser einer fettigen Degeneration der Leber mässigen Grades und einigen kleinen Eckchymosen im Dünndarm, sowie einigen injicirten Stellen im Dünndarm, nichts Bemerkenswerthes; auch die Untersuchung von Gehirn und Rückenmark, die wiederum Herr Privatdocent Dr. Rumpf zu übernehmen die Güte hatte, ergiebt keinen bemerkenswerthen Befund.

Von diesem Hunde werden 290 grm der, verschiedenen Körperstellen entnommenen, Muskulatur auf Zinn untersucht; es finden sich darin 0·0028 grm SnO_2 = 0,0022 Sn.

Eine Analyse der 143 grm schweren Leber ergiebt 0,0228 grm SnO_2 = 0,0179 grm Sn.

In dem folgenden Versuche wurden einem etwas schwereren Hunde nur 8 mgrm injicirt, so dass auf 1 Kilo Körpergewicht nur 1·33 mgrm kamen.

Versuch 12.

Einem 6010 grm schweren Hunde werden täglich 8 mgrm Zinn injicirt.

Am 34. Tage zeigt der Hund die ersten krankhaften Erscheinungen, indem er wiederholt erbricht; sein Gewicht hat sich auf 6220 grm erhöht.

In den nächsten 14 Tagen erbricht der Hund wiederholt, trotzdem ändert sich das Gewicht desselben nicht erheblich; im Uebrigen bietet er keine krankhaften Erscheinungen dar und läuft munter umher.

Acht Wochen nach Beginn der Injection fängt der Hund an weniger munter und in seinen Bewegungen träger zu erscheinen, ohne jedoch bestimmtere Krankheitssymptome zu zeigen. Das Erbrechen tritt jetzt nur noch selten auf, die Fresslust ist nicht erheblich vermindert.

In den nächsten Wochen wird der Hund noch träger und scheuer und bleibt, wenn er nicht aufgescheucht wird, meist in seiner Hütte liegen; dabei ist sein Gang offenbar steifer und erscheinen namentlich die Bewegungen der Hinterbeine beim langsamen Gehen spastisch. Beim raschen Laufen des Thieres ist die Beweglichkeit weniger beeinträchtigt. Eine Störung der Sensibilität lässt sich nicht wahrnehmen.

Erst vier Monate nach Beginn der Injectionen zeigt sich eine stärkere Lähmung der Hinterbeine; dieselben sind steif, beim Gehen gespreizt und werden offenbar nur schwierig vorwärts bewegt. Die Muskeln erscheinen stark gespannt; die Sehnenreflexe sind nicht in auffälliger Weise verändert.

Acht Tage später erscheinen auch die vorderen Extremitäten deutlich paretisch. Das Thier vermag sich nur noch langsam vorwärts zu bewegen. Namentlich scheint ihm das Aufstehen sehr schwer zu werden, und fällt es dabei wiederholt zurück. Auch stellt sich wiederum häufiger Erbrechen ein und ist die Fresslust jetzt eine verminderte, wenn auch das Thier immer noch ziemlich Nahrung zu sich nimmt.

Am 131. Tage wird das Thier Morgens todt vorgefunden, nachdem es während der letzten drei Tage nicht mehr seine Hütte verlassen hatte. Convulsionen waren nicht beobachtet worden.

Bei diesem Thiere hatten sich in den letzten Wochen mehrmals an den Injectionsstellen Abscesse gebildet, welche geöffnet werden mussten.

Die Obduction ergiebt von bemerkenswerthen Befunden: Eine ziemlich bedeutende Abmagerung des Thieres; auch zeigt der Cadaver einen hohen Grad von Blutleere; er wiegt 4835 ^{grm}, so dass die Gewichtsabnahme des Thieres 1175 ^{grm} beträgt. Unter der Rückenhaut finden sich schwielige Verdickungen in grösserer Anzahl, sowie zwei haselnussgrosse Abscesse. Die Lymphdrüsen in der Inguinalgegend sind beiderseits bis Bohnengrösse geschwellt. Die Schleimhaut des Jejunum, Ileum und Coecum zeigt eine eigenthümliche schiefergraue bis braune Verfärbung und zahlreiche subepitheliale Hämorrhagien bis zu Hirsekorngrösse. Die Schleimheit des Dickdarms ist in geringerem Grade und nicht so gleichmässig auf jene eigenthümliche Art verfärbt. Am stärksten ist diese Pigmentirung im Blinddarm und in den tieferen Partien des Krummdarms ausgeprägt. Auch zeigen sich durch den ganzen Darm, wenn auch verstreut, jene punktförmigen subepithelialen Hämorrhagien. Die Peyer'schen Plaques und solitären Follikeln erscheinen vielfach geschwellt und markig infiltrirt, viele derselben zeigen auch jene graubraune Verfärbung. Die Mesenterial-Drüsen sind bis Bohnengrösse geschwellt und zeigen dieselbe Pigmentirung.

Die Leber ist in mässigem Grade fettig entartet. Gehirn und Rückenmark lassen keine bemerkenswerthen Veränderungen erkennen.

In diesem Versuche lag zwischen dem Beginn der Injectionen und dem Tode des Thieres ein verhältnissmässig langer Zeitraum. Die Möglichkeit, dass durch die vielfache Abscess- und Schwielenbildung unter der Rückenhaut das dort injicirte Zinn häufig nicht zur Resorption gelangt, und dass

dadurch die Zeitdauer bis zum Eintritt des Todes einigermaassen verlängert worden war, ist nicht auszuschliessen.

In dem folgenden Versuche gingen wir zu einer täglichen Dosis von nur 1·05 mg pro Kilo über.

Versuch 13.

Ein noch nicht völlig ausgewachsener Hund, der bei Beginn des Versuches 4765 grm wog, erhält täglich 5 mgrm Zinn injicirt.

Während der ersten drei Monate zeigt das Thier keine krankhaften Erscheinungen und ist sein Gewicht am 90. Tage auf 5245 grm gestiegen.

Vierzehn Tage später ist das Gewicht des Thieres wieder auf 4750 grm gesunken; während das Thier bis dahin sehr munter und lebhaft war, ist es seit einigen Tagen scheu, matt und träge. Dabei ist sein Gang offenbar weniger elastisch und weniger leicht und erscheinen namentlich die Hinterbeine steifer; dies ist besonders zu bemerken, wenn sich das Thier in Bewegung setzt, während der Gang weniger Auffallendes bietet, wenn es erst einmal im Laufen ist.

In den nächsten acht Wochen verliert das Thier bei anscheinend guter Fresslust weitere 600 grm an Gewicht. Die Störungen in der Motilität haben inzwischen eine deutliche, wenn auch nicht sehr starke Zunahme erfahren, so dass das Thier in seinen Bewegungen schwerfälliger geworden ist und während des grössten Theiles des Tages träge auf einer Stelle liegt. Auch die Vorderbeine sind jetzt offenbar paretisch.

In den nächsten Wochen wird die Steifigkeit und Schwerfälligkeit der Bewegungen eine noch grössere, so dass das Thier sich nur noch mit nahe aneinander bleibenden Beinen in kurzen trippelnden Schritten weiter bewegt; hierbei zeigt sich die eigenthümliche Erscheinung, dass das Thier, wenn es einmal im Laufen ist, nur schwer wieder zum Stehen kommen kann, so dass es meist über das Ziel hinüber schiesst. Die Unlust zu Bewegungen ist eine so grosse, dass das Thier sich nur noch, wenn es aufgescheucht wird, oder wenn ihm das Futter hingestellt wird, von der Stelle erhebt.

Für einen paretischen Zustand des Detrusor der Harnblase spricht der Umstand, dass das Thier nur in längeren Pausen und dann in grosser Menge und in langsamem häufig unterbrochenem Strahle urinirt (ohne Erhebung eines Beines).

Das Thier macht auch den Eindruck, als habe seine intellectuelle Sphäre eine Einbusse erlitten; das ganze Gebahren des Thieres, so namentlich der Umstand, dass es stundenlang mit gehobenem Kopfe starr in die Luft blickend daliegt, sprechen dafür. Auffallend ist es auch, dass der Hund in den gezwungensten Stellungen, in welche man ihn versetzt oder in welche er zufällig gelangt, längere Zeit verharrt; so bleibt das Thier z. B. auf der Dorsalfläche der Vorderpfoten fast 10 Minuten lang stehen (Beeinträchtigung des Muskelgefühls?)

Die Sensibilität der Extremitäten erscheint nicht in erheblichem Grade beeinträchtigt; ebensowenig sind die Reflexe deutlich beeinflusst.

Die Fresslust ist nicht gemindert, aber es ist auffallend, dass das Thier erst dann sein Futter nimmt, wenn man es geradezu darauf hinstösst; dann aber frisst es gierig Alles, was vor ihm steht, ohne wie früher in dem Futter eine Auswahl zu treffen.

In diesem Zustande wurde das Thier in der Niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde demonstrirt, wobei ein College sich dahin aussprach, dass das ganze Gebahren des Thieres an Melancholia eum stupore erinnere.

In den nächsten 14 Tagen nehmen die Lähmungserscheinungen so zu, dass der Hund sich nicht mehr vorwärts zu bewegen vermag.

Da es wohl kaum einem Zweifel unterliegen konnte, dass bei fortgesetzten Injectionen dieses Thier ebenso wie die anderen schliesslich zu Grunde gehen würde, schien es uns angezeigt, zu ermitteln, ob und inwieweit beim Aussetzen der Zinnzufuhr die krankhaften Erscheinungen, die das Thier bot, sich wieder zurückbilden könnten.

Von jetzt an, vom 187. Tage seit Beginn des Versuchs, hörten wir deshalb mit den Injectionen auf. Schon in der zweiten Woche darnach machte sich eine geringe Besserung bemerkbar und fing das Thier wieder an, sich freiwillig vorwärts zu bewegen.

Wiederum fünf Wochen später hat sich das Thier schon so weit erholt, dass es in seinen Bewegungen nur noch etwas schwerfällig und steif erscheint. Auch die übrigen Krankheitssymptome, wie die seitens der Blase und der sensoriellen Sphäre, haben fast völlig aufgehört.

Das Thier wurde nunmehr getödtet; bei der Section ergab sich ausser jener in den vorhergehenden Versuchen erwähnten eigenthümlich graubraunen Pigmentirung des Darms, namentlich in der Nähe des Blinddarms, nichts Bemerkenswerthes.

In diesem Versuche hatte schon eine tägliche Dosis von 5 ^{mgrm} resp. 1·05 ^{mgrm} pro Kilo hingereicht, um bei einem Hunde ausgesprochene Krankheitserscheinungen zu verursachen. Immerhin hatte es verhältnissmässig lange Zeit gedauert, bis sich die ersten krankhaften Erscheinungen bei dem Thiere bemerklich machten; da bei noch kleinerer Tages-Dosis voraussichtlich noch längere Zeit erforderlich gewesen wäre, bis sich eine Zinnwirkung deutlich documentirt hätte, mussten wir es unterlassen, diesem Versuche einen anderen mit einer pro die noch geringeren Dosis anzuschliessen.

Wohl aber unternahmen wir noch zwei Versuche an Hunden, in welchen wir kleinere Mengen Zinn mehrmals täglich injicirten, um festzustellen, welchen Einfluss die in der Zeiteinheit häufigere Wiederholung der Zinnzufuhr auf den Organismus ausübe. War es auch wahrscheinlich, dass alsdann die Intoxication rascher eintrete, so musste doch auch der experimentelle Nachweis hierfür erbracht werden.

Versuch 14.

In dem ersten dieser Versuche erhielt ein Hund von 4650 ^{grm} zweimal täglich — Morgens und Abends — eine Injection von je 5 ^{mgrm} Zinn, somit pro Kilo 1·07 ^{mgrm}.

Schon nach fünf Wochen machen sich die ersten Symptome einer gestörten Motilität bemerklich. Das Thier bewegt sich langsamer und schwerfälliger und auch bei ihm wiederum tritt zuerst eine besondere Steifigkeit der Hinterbeine auf.

Die Lähmung nimmt rasch zu, so dass das Thier schon sechs Wochen nach der ersten Injection sich nur noch mühsam weiter bewegen kann, wobei es die Hinterbeine nachschleppt.

Am 47. Tage krepirt der Hund, dessen Lähmung in den letzten Tagen so vorgeschritten war, dass er sich kaum noch, wenn aufgescheucht, von der Stelle bewegen konnte. Einige Stunden vor dem Ende waren wiederholt klonische Krämpfe der Extremitäten und Opisthotonus eingetreten; die Athmungsbewegungen waren in hohem Grade unregelmässig geworden. Störungen der Sensibilität oder Beeinflussung der Sehnenreflexe gelangten nicht zur Beobachtung. Die Fresslust zeigte erst in den letzten Tagen eine Abnahme.

Die Obduction ergiebt ausser hochgradiger Abmagerung — der Cadaver wiegt nur noch 3300 grm — und Blutarmuth einen mässigen Grad von fettiger Degeneration der Leber; die Schleimhaut des Darms, namentlich des Blinddarms, ist, wie in den vorhergehenden Versuchen, graubraun verfärbt; auch finden sich auf der Schleimhaut des Magens und des Dünndarms Ekchymosen. Einzelne Peyer-sche Plaques sind leicht geschwellt. Die Mesenterialdrüsen erscheinen ebenfalls geschwellt und graubraun pigmentirt. Gehirn und Rückenmark, welche wiederum von Herrn Dr. Rumpf untersucht wurden, zeigen nichts Bemerkenswerthes.

Die Voraussetzung, dass die gleiche Dosis Zinn, wenn sie in kürzeren Zwischenräumen dem Organismus einverleibt wird, schneller zur Intoxication führen würde, fand durch vorstehenden Versuch ihre volle Bestätigung. In diesem Versuch trat die toxische Wirkung des Zinns schon nach einer bei Weitem geringeren Zahl von Injectionen ein, als wie in dem vorhergehenden Versuche, in welchem die gleiche Dosis nur einmal täglich injicirt worden war. Die Gesammtmenge des in diesem Versuche injicirten Zinns beträgt 0·1006 grm, während in dem vorhergehenden, bereits vor Eintritt des Todes abgebrochenen Versuche 0·1963 grm verbraucht worden waren.

Ob sich bei noch häufigerer Application in der Zeiteinheit die Intoxicationserscheinungen verhältnissmässig noch rascher einstellen und das lethale Ende noch früher herbeiführen würden, sollte der folgende Versuch ergeben.

Versuch 15.

Ein junger Hund von 2550 grm erhält zunächst zwei Tage hindurch vier Mal täglich 3 mgrm Sn injicirt, also jedes Mal 1·18 mgrm pro Kilo. Vom dritten Tage ab wird die gleiche Einzeldosis nur drei Mal täglich injicirt.

Vom Beginn der Injectionen bis zu zum 17. Tage war der Hund behufs getrennter Aufsammlung des Urins und des Kothes in einem entsprechend gebauten ziemlich geräumigen Kasten untergebracht. Während dieser Zeit erhielt das Thier zur Vermeidung allzu voluminösen Kothes als Nahrung ausschliesslich Fleisch ohne Knochen und Milch. Der Hund zeigte während dieser Zeit gute Fresslust; späterhin bekam das Thier wieder sein gewohntes gemischtes Futter.

Als der Hund am 17. Tage aus dem Kasten gelassen wird, zeigt er bereits Intoxicationserscheinungen. Er sieht trübe aus den Augen und ist sehr träge;

sein Gang ist ein trippelnder und wird dabei namentlich das rechte Hinterbein steif gehalten. Sein Gewicht beträgt an diesem Tage nur noch 2330 grm.

Am 22. Tage sind die Lähmungserscheinungen noch ausgeprägter Der Hund hält den Rücken gekrümmt, macht beim langsamen Laufen ganz auffallend kurze Schritte und schleppt das rechte Hinterbein nach. Dabei erscheint er in seinen Bewegungen auffallend steif und unbeholfen. Die Sehnenreflexe bieten nichts Auffallendes dar. Meist liegt der Hund in der Hütte. Seine Fresslust ist noch eine gute, doch vermindert sich dieselbe in der nächsten Zeit sehr rasch, so dass er am 26. Tage fast gar nichts mehr frisst.

Inzwischen hat auch die Lähmung des Thieres so zugenommen, dass dasselbe vom 27. Tage an sich nur noch erhebt, wenn es gewaltsam aufgescheucht wird. Es steht alsdann mit weit auseinander gespreizten Hinterbeinen und eingeknickten Vorderbeinen, etwas nach den Seiten schwankend. Beim Versuch, sich vorwärts zu bewegen, hält es den Rücken sehr stark gekrümmt und geht nur mit grosser Mühe bei steifgehaltenen Beinen einige Schritte, wobei das rechte Hinterbein fast unbeweglich nachgeschleppt wird; er geräth bei diesen Gehversuchen in noch stärkeres Schwanken. Sein Blick ist ein auffallend trüber und theilnahmsloser. Die Sensibilität ist jedenfalls nicht erheblich beeinträchtigt.

Am 27. Tage Abends 10 Uhr wird das Thier todt aufgefunden, nachdem bereits Mittags seine Temperatur auf 32 ° C. gesunken war, und auch bei einer um 6 Uhr Nachmittags vorgenommenen Messung sich nicht verändert gezeigt hatte. Die Pulsfrequens hatte 88 betragen.

Das Gewicht des Thieres war bis auf 1720 grm gesunken. Bei der Obduction findet sich eine ziemlich bedeutende Blutleere des Cadavers. Das Fettpolster ist ein geringes, die Herzmuskulatur ist stellenweise in geringem Grade fettig degenerirt, die Leber ist in mässigem Grade aber deutlich fettig degenerirt. Im Duodenum ist die Schleimhaut an einigen Stellen ekchymosirt, ebenso im Jejunum. Vereinzelte Peyer'sche Plaques erscheinen leicht geschwellt, die Schleimhaut des Coecum und des Colon ascendens zeigt wiederum, wenn auch in geringem Maasse, jene eigenthümliche graubraune Pigmentirung; einzelne Mesenterialdrüsen sind leicht geschwellt.

Um in Betreff der Ausscheidung des Zinns aus dem Organismus einige weitere Anhaltspunkte zu gewinnen, waren während der ersten 16 Tage des Versuches Urin und Koth dieses Hundes gesammelt und auf ihren Zinngehalt geprüft worden.

Zunächst wurden der bis zum Morgen des fünften Versuchstages angesammelte Urin und Koth der Analyse unterzogen. Es fanden sich dabei im Urin, dessen Menge 320 ccm betrug, 0·013 grm SnO_2 = 0·0109 grm Sn; im Koth der während dieser Zeit nur das Gewicht von 32 grm erreichte, waren 0·0046 grm SnO_2 = 0·0036 grm Sn enthalten.

Sodann wurden wiederum Urin und Koth bis zum Morgen des neunten Tages gesammelt und der Analyse unterworfen.

In den 510 ccm Urin wurden 0·0225 grm Sn O_2 = 0·0177 grm Sn, im Koth, der diesmal ein Gewicht von 185 grm hatte, 0·0195 grm Sn O_2 = 0·01529 grm Sn. nachgewiesen.

Vom 9. bis zum 14. Tage früh Morgens hatten sich 580 ccm Urin und 87 grm Koth angesammelt. Im ersteren fanden sich 0·0229 grm SnO_2 = 0.0180 grm Sn im letzteren 0·0082 grm SnO_2 = 0·0064 grm Sn.

Vom 14. Tage bis zum Morgen des 17. Tages wurden 590 ccm Urin und 58 grm Koth gesammelt. Es wurden im ersteren 0·0261 grm SnO_2 = 0·0205 grm Sn im letzteren 0·0062 grm SnO_2 = 0·0049 grm Sn ermittelt.

Es wurden also durch den während der 16 Tage gesammelten Urin von 2000 ccm Volumen insgesammt 0·0854 grm SnO_2 = 0·0671 grm Sn, durch die 363 grm Koth 0·0385 grm SnO_2 = 0.0302 grm Sn ausgeschieden.

Während dieser Zeit hatte das Thier 0·1500 grm Sn erhalten; von dieser Menge war also der bei Weitem grössere Theil — 64·87 Procent — schon bald nach der Aufnahme zur Ausscheidung gelangt, und zwar sehen wir, dass sich bei dieser Ausscheidung die Nieren in erheblich grösserem Grade betheiligten, als der Darm. (Eine irgendwie nennenswerthe Auslaugung des Koths durch den etwa vorbeigeflossenen Urin war wegen der Anordnung des Kastens und der durchgängig festen Consistenz des Koths ausgeschlossen.) Berücksichtigen wir, dass, als wir die Ansammlung des Urins und Koths abbrachen, sich jedenfalls im Darm des Hundes noch zinnhaltige Contenta befanden, wir also nicht alles Zinn gesammelt haben, welches während der Versuchszeit in den Darm des Thieres ausgeschieden worden war, so kommen wir zu dem Schlusse, dass die oben für den Zinngehalt des Kothes gegebenen Zahlen nicht als Ausdruck für die Gesammtmenge des während des betreffenden Zeitraums in den Darm ausgeschiedenen Zinns gelten kann. Bei der häufigeren Entleerung des Urins entsprechen die im Urin gefundenen Zinnmengen mehr der wirklichen Ausscheidung durch die Nieren.

In diesem Versuche traten die Intoxicationserscheinungen und in ihrem Gefolge das lethale Ende wieder um Vieles früher ein, als im Vergleich mit den vorhergehenden Versuchen bei alleiniger Berücksichtigung der Grösse der Einzeldosis und der Zahl der Injectionen zu erwarten gewesen wäre. Wiederum zeigte es sich also, dass bei der häufigeren Application des Zinns in der Zeiteinheit weniger Injectionen und so eine geringere Gesammtmenge des Metalls erforderlich, um eine Intoxication herbeizuführen.

Vorstehende an Hunden unternommenen Versuche führen uns als Folge der Injection des weinsauren Zinn-Doppelsalzes folgendes Krankheitsbild vor Augen.

Als hervorragendste und auffälligste Krankheitserscheinungen treten uns Symptome der gestörten Motilität entgegen. Während sich dieselbe bei einigen Thieren zunächst nur durch eine gewisse Trägheit und Schwerfälligkeit kundgiebt, fallen uns in anderen Versuchen bei den sonst noch ganz munteren Thieren sofort als erstes Zeichen der Motilitätsstörung Veränderungen der Gangart auf; die Veränderungen der Bewegungen machen sich bei all diesen Thieren zunächst in den beiden hinteren Ex-

tremitäten bemerklich und entwickeln sich auch weiterhin vorzugsweise an diesen. Nur in einem Versuche (15) sehen wir die ersten Zeichen der Motilitätsstörung zunächst nur an einer hinteren Extremität auftreten und sich auch im weiteren Verlauf an dieser besonders stark ausprägen. Die Erscheinungen der gestörten Motilität, welche uns nun in den einzelnen Versuchen im weiteren Verlaufe derselben entgegentreten, sind mannigfach verschieden. Einmal sehen wir, dass der Gang ein gespreizter wird, in einem anderen Versuche ist er ein auffallend trippelnder, in wieder einem anderen ein mehr spastischer; ein anderes Mal gewinnen wir den Eindruck der Ataxie. Keinesfalls sind die Lähmungserscheinungen in den verschiedenen Versuchen so übereinstimmend, dass sich aus denselben ein Schluss auf eine bestimmte System-Erkrankung ziehen liesse. In der Mehrzahl der Fälle erreicht die Lähmung einen solchen Grad, dass sich die Thiere kaum noch erheben und sich nur mit grosser Mühe noch von der Stelle bewegen können. Jedenfalls sind bei den Hunden die Erscheinungen der Motilitätsstörung so ausgeprägt und zudem in einzelnen Versuchen so frühzeitig vorhanden, dass hier der Verdacht, dieselben seien etwa nur der Ausdruck eines marantischen Zustandes, ausgeschlossen ist. Bemerkenswerth ist die in Versuch 13 beobachtete und als Parese des Detrusor vesicae gedeutete Störung der Harnentleerung.

Zu den Lähmungserscheinungen gesellen sich in einzelnen Versuchen Erscheinungen eines Reizzustandes in der motorischen Sphäre. In den beiden Versuchen 9 und 10, in welchen relativ grössere Dosen eine acuter verlaufende Intoxitation bewirkten und in Versuch 14, in welchem die zweimal täglich vorgenommene Injection ebenfalls verhältnissmässig rasch den Tod herbeiführte, traten am letzten Tage leichte Convulsionen auf, in dem Versuch 14 auch Opisthotonus. In Versuch 10 zeigte sich noch ein starkes Zittern des Thieres. Von einer Beeinflussung der Sehnenreflexe berichtet nur Versuch 11 und auch in diesem ist nur von einer nicht bedeutenden Erhöhung der Sehnenreflexe der hinteren Extremitäten die Rede: Eine Verminderung der Sensibilität wurde nur in den beiden Versuchen 10 und 11 beobachtet; in dem Versuch 11 war dieselbe zudem nur in geringem Grade ausgeprägt.

In zweien der Versuche (10 und 13) gelangte die vielleicht als eine Herabsetzung des Muskelgefühles zu deutende Erscheinung zur Beobachtung, dass die Thiere, wenn man sie auf die Dorsalfläche der Vorderpfoten stellte, ruhig in dieser Stellung verharrten. Möglicherweise hängt diese Erscheinung aber auch mit der gerade in diesen Versuchen deutlich hervortretenden Störung des Sensorium commune zusammen.

In vier Versuchen, und zwar gerade in denen mit den grössten Einzeldosen sehen wir wiederholt Erbrechen auftreten. Ob dieses Erbrechen

auf eine Einwirkung der verhältnissmässig grossen Einzeldosen auf den centralen Nervenapparat, oder auf eine directe Reizung des Intestinaltractus zurückzuführen ist, müssen wir dahingestellt sein lassen. (Dass ein nicht unerheblicher Reizzustand des Intestinaltractus in drei dieser Versuche bestanden habe, ergab die anatomische Untersuchung.) Als Zeichen einer Einwirkung des Zinns auf den Verdauungstractus ist ferner noch die in Versuch 10 beobachtete heftige Diarrhoë mit blutigen Entleerungen zu erwähnen.

Als Kolikanfall zu deutende Erscheinungen wurden nur in Versuch 9, in welchem die grösste Einzeldose zur Injection gelangte, beobachtet.

Die Fresslust hat nur in Versuch 10 schon frühzeitig eine Abnahme erfahren, während sich diese Abnahme in den übrigen Versuchen erst bemerklich macht, nachdem bereits die übrigen Krankheitserscheinungen eine gewisse Höhe erreicht haben. Trotz gut erhaltener Fresslust stellt sich aber auch in diesen Versuchen eine bedeutende Abmagerung und beträchtliche Verminderung des Körpergewichtes ein. Auffallend war in Versuch 10 der ausserordentliche Durst des Thieres.

d) Versuche an Katzen.

Eine Reihe von Versuchen mit Injection unseres Doppelsalzes wurden auch an Katzen angestellt. Auch hierbei untersuchten wir zuerst die Wirkung von verhältnissmässig grossen Dosen.

Versuch 16.

Eine 2770 ^{grm} schwere Katze, die vor einigen Tagen drei Junge geworfen hat, erhält nur an zwei auf einander folgenden Tagen je 15 ^{mgrm} Zinn, $= 5 \cdot 77$ ^{mgrm} pro Kilo, in 1 ^{ccm} der Lösung subcutan injicirt.

Noch am Tage der zweiten Injection stellt sich bei dem Thiere wiederholtes Erbrechen ein und verliert sich die Fresslust. Die Katze verlässt ihre Jungen. Sie nimmt wenig Nahrung zu sich und bricht dieselbe wiederholt aus. In ihren Bewegungen erscheint sie schwerfälliger.

Am dritten Tage ist die Katze schon so gelähmt, dass sie sich nur noch kriechend vorwärts bewegen kann. Bei Versuchen, sich aufzurichten, fällt sie um. Dabei zeigen sich starke fibrilläre Zuckungen an den Extremitäten; Nahrung nimmt das Thier an diesem Tage gar nicht zu sich.

Auch am vierten Tage halten die Lähmung und die fibrillären Zuckungen noch an.

Am fünften Tage scheint sich das Thier etwas erholt zu haben; es säuft wieder Milch und vermag sich auch etwas aufzurichten.

Am sechsten Tage früh zeigen sich häufig starke klonische Krämpfe der Extremitäten und Erscheinungen von Opisthotonus; das Thier erbricht wiederholt mit heftigem Würgen. Gegen Mittag wird es todt aufgefunden. (Eine Prüfung der Sehnenreflexe und der Sensibilität musste bei diesem sehr bösen Thiere unterbleiben.)

Die Section des 2150 grm schweren Thieres ergiebt keine bemerkenswerthen Veränderungen, namentlich erscheinen Gehirn und Rückenmark, sowie Magen und Darm intact.

Nachdem bei diesem Thiere die zweimalige Injection von 15 mgrm eine so rasch tödtlich verlaufende Intoxication verursacht hatte, wurde in dem folgenden Versuche eine bedeutend geringere Dosis angewandt.

Versuch 17.

Ein 2800 grm schwerer Kater erhält an vier auf einander folgenden Tagen je 8 mgrm Zinn injicirt, also je 2,85 mgrm pro Kilo.

Am vierten Tage zeigen sich bereits Mangel an Fresslust, häufiges Erbrechen, Trägheit und Unbeholfenheit in den Bewegungen.

Obschon an den beiden folgenden Tagen das Thier keine Injection erhält, stellt sich doch das Erbrechen noch wiederholt ein und treten auch deutliche paretische Erscheinungen an den Hinterbeinen auf, so dass der Gang des Thieres einen eigenthümlich unbeholfenen Charakter annimmt.

Da die Erscheinungen an dem nächsten Tage nicht zunehmen, das Thier sich vielmehr zu erholen scheint, so erhält es nochmals an diesem und dem folgenden Tage je eine Injection von 8 mgrm Zinn.

Hierauf tritt am zehnten Tage eine hochgradige Parese der Hinterbeine ein, das Thier vermag nur noch mit gespreizten Hinterbeinen zu gehen, wobei es stark schwankt. Auch die Vorderbeine vermag das Thier nur langsam und schwerfällig zu bewegen. Zugleich besteht eine hochgradige Anaesthesie der Extremitäten, so dass das Thier selbst auf stärkere sensible Reize nicht reagirt. Das Thier frisst gar nicht mehr.

Am elften Tage liegt es da und vermag sich nicht mehr vorwärts zu bewegen; am nächsten Morgen wird es todt aufgefunden.

Die Obduction des nur noch 2020 grm schweren Thieres ergiebt ausser hochgradiger Abmagerung und ziemlich starker Blutleere nichts Bemerkenswerthes.

Die Intoxicationserscheinungen traten bei dieser Dosis ebenfalls so rasch ein, dass wir, um einen mehr chronischen Verlauf der Vergiftung zu sehen, die Einzeldosis auf 1·90 mgrm pro Kilo herabsetzten.

Versuch 18.

Eine 2350 grm schwere Katze erhält täglich 4·5 mgrm Zinn = 1·90 mgrm pro Kilo subcutan injicirt.

Schon acht Tage später zeigt das Thier deutliche Lähmungserscheinungen an den hinteren Extremitäten, die von nun an so zunehmen, dass das Thier sich am 18. Tage nur noch mühsam mit gespreizten Beinen weiterbewegen kann, wobei es hin und her schwankt und häufig auf die Seite fällt; auch ist die Sensibilität namentlich der hinteren Extremitäten deutlich verringert; bei verminderter Fresslust tritt häufiges Erbrechen ein. Bemerkenswerth ist ein ausserordentlicher Durst des Thieres.

Am 25. Tage stellen sich ab und zu leichte klonische Krämpfe der Extremitäten ein. Das Thier liegt auf der Seite und vermag sich aufgescheucht nur noch kriechend ein wenig vorwärts zu bewegen. In der folgenden Nacht krepirt das Thier.

Die Section des nur noch 1630 grm schweren Cadavers ergiebt von bemerkenswerthen Befunden: Panniculus adiposus ein nur geringer, hochgradige Blutarmuth, Herzmusculatur in mässigem Grade aber weit verbreitet fettig degenerirt, mässige Schwellung der Peyer'schen Plaques und der Mesenterialdrüsen, welche beide eigenthümlich graubraun pigmentirt sind. Die übrige Schleimhaut nicht verändert.

In dem folgenden Versuche gingen wir auf 3 mgrm herab, applicirten aber diese Dosis zweimal innerhalb 24 Stunden.

Versuch 19.

Die Dosis von zweimal täglich 3 mgrm Zinn wurde einem sehr kräftigen und wilden Thiere von 2370 grm Gewicht gegeben, also pro Kilo jedesmal 1·27 mgrm.

Bereits am 18. Tage lassen sich deutliche Lähmungserscheinungen erkennen. Das Thier vermag sich nur noch langsam mit trippelndem Gange weiter zu bewegen und es gelingt ihm nicht mehr, eine nur $^1/_2$ m hohe Erhöhung zu erklettern. Namentlich erscheinen die Vorderbeine gelähmt, so dass sie auseinander gespreizt steif aufgesetzt werden. Insbesondere fällt es dem Thiere schwer sich in Bewegung zu setzen; hat es erst einige Schritte zurückgelegt, so wird der Gang besser. Bei verminderter Fresslust tritt jetzt auch ab und zu Erbrechen auf.

Am nächsten Tage ist der Gang der Katze noch steifer; dabei hält sie den Rücken langgestreckt und geräth wiederholt ins Schwanken. Die Sensibilität ist offenbar vermindert und die Sehnenreflexe sind schwerer auslösbar.

Am 20. Tage vermag das Thier sich kaum noch zu erheben und bewegt sich nur noch mit gespreizten Beinen unter starkem Schwanken langsam einige Schritte weiter; es nimmt an diesem Tage keine Nahrung mehr zu sich, säuft aber auffallend viel Wasser. Am folgenden Tage wird es todt und vollkommen starr vorgefunden.

Aus dem Obductionsprotocolle wäre zu erwähnen: Gewicht des Cadavers 1640 grm; Panniculus adiposus sehr gering, Blutgehalt nicht erheblich vermindert. Stellenweise findet sich eine starke Injection der Schleimhaut des Dünndarms, welche namentlich im Duodenum sehr hervortritt; in diesem zeigen sich auch einige kleinere Ekchymosen. Die Peyer'schen Plaques und die Mesenterialdrüsen sind weder geschwellt noch pigmentirt. Auch der übrige Darm nicht pigmentirt. Gehirn und Rückenmark lassen nichts Bemerkenswerthes erkennen.

Mit einer noch geringeren Dosis operirten wir in dem folgenden Versuche, in welchem wir nur 0·73 mgrm pro Kilo injicirten.

Versuch 20.

Eine ausgewachsene 2730 grm schwere Katze, die sechs Wochen zuvor geworfen hat, erhält zweimal täglich 2 mgrm Zinn injicirt, d. h. 0·73 mgrm pro Kilo.

Da das Thier schon nach elf Tagen anfängt in seinen Bewegungen träger zu werden, wird von der zweitmaligen Injection Abstand genommen, so dass das Thier pro die nur mehr 2 mgrm erhält.

Am 16. Tage treten bereits leichte Lähmungserscheinungen auf; die hinteren

Extremitäten werden offenbar schwerfälliger bewegt und gelingt es der Katze nicht mehr wie früher, über einen nur niedrigen Zaun hinwegzusetzen.

Die Lähmung des Thieres nimmt nun allmählich so zu, dass es am 58. Tage nur noch langsam mit steifen, gespreizten Beinen stark schwankend sich vorwärts bewegen kann; auch erscheint die Sensibilität der Extremitäten etwas vermindert. Die Fresslust hat kaum gelitten, trotzdem ist das Gewicht auf 2120 ^{grm} gesunken.

Um zu ermitteln, ob auch jetzt noch bei Sistirung der Zinnzufuhr eine Rückbildung der hochgradig entwickelten krankhaften Erscheinungen eintreten könne, werden die Injectionen ausgesetzt; das Thier erholt sich in der That in der nächsten Zeit in dem Maasse, dass es sich 16 Tage später der weiteren Beobachtung durch die Flucht entziehen kann.

Versuche an Katzen mit noch kleineren Dosen haben wir aus Mangel an Thiermaterial nicht unternehmen können.

Noch mehr als bei den Hunden, treten bei den Katzen die Störungen der Motilität in den Vordergrund des Krankheitsbildes. In dem ersten dieser Versuche mit der verhältnissmässig grossen Dose von 5.77 pro Kilo sehen wir diese Lähmung so plötzlich auftreten, dass, während am 2. Tage nur eine geringe Schwerfälligkeit zu constatiren ist, bereits am dritten Tage das Thier völlig gelähmt erscheint und sich nicht mehr erheben kann. In den anderen Versuchen, in welchen die Ausbildung der Lähmungserscheinungen eine langsamere ist, sehen wir die Motilitätsstörung in drei derselben wiederum an den hinteren Extremitäten beginnen, dagegen fällt es in Versuch 19 besonders auf, dass die Lähmung von Anfang an gerade an den Vorderbeinen mehr ausgeprägt ist.

Die Veränderungen der Gangart zeigen im Uebrigen bei Katzen mehr Uebereinstimmendes, als bei Hunden. Bei allen finden wir einen gespreizten Gang mit steif gehaltenen Beinen, wobei sich noch ein starkes Hin- und Herschwanken bemerklich macht. In dem Versuche mit der grössten Dosis wird noch von fibrillären Zuckungen berichtet; in diesen gehen auch dem Tode starke klonische Krämpfe und Opistothonus voraus; klonische Krämpfe leichteren Grades werden ausserdem einige Stunden vor dem Tode in Versuch 18 beobachtet.

Eine deutliche Veränderung der Sehnenreflexe und zwar eine Herabsetzung derselben ward nur in dem Versuch 19 beobachtet.

Die Sensibilität fanden wir in den vier Versuchen, in welchen wir dieselben prüften, herabgesetzt; in besonders starkem Grade war dies in Versuch 17 der Fall.

Häufigeres Erbrechen bildete in allen diesen Versuchen an Katzen, mit Ausnahme des letzten derselben, in welchen eine verhältnissmässig sehr kleine Einzeldosis applicirt wurde, eine der Krankheitserscheinungen. Ob dieses Erbrechen auf einen centralen Reiz zurückzuführen ist, muss

auch hier wieder dahingestellt bleiben. Zeichen eines entzündlichen Reizes des Intestinaltractus finden sich bei der anatomischen Untersuchung nur in Versuch 19. Diarrhöe wurde in keinem dieser Versuche beobachtet. Sehr rasch nahm in den vier ersten Versuchen die Fresslust ab; in Versuch 18—19 stellte sich dafür ein ausserordentlich starker Durst ein. Erhebliche Abnahme des Körpergewichts war auch bei diesen Thieren wiederum zu constatiren. Die in den vier ersten Versuchen constatirte Gewichtsabnahme kann wegen der bei diesen Thieren schon früh auftretenden Verringerung der Nahrungsaufnahme weniger auffallend erscheinen.

In vorstehenden an Säugethieren unternommenen Versuchen sehen wir also im Gefolge der Injectionen des weinsauren Zinnoxydul-Natrons mit Ausnahme von Versuch 13 und 20, in welchen wir die Versuche absichtlich nach Eintritt deutlicher Intoxicationserscheinungen unterbrochen haben, und von Versuch 7 und 8, in denen die angewandte Dosis offenbar allzu gering war, den Tod der Versuchsthiere eintreten.

Dafür, dass der Tod wirklich mit den Injectionen im ursächlichen Zusammenhang stehe, sprechen folgende Momente:

Wir experimentirten an völlig gesunden und lebenskräftigen Thieren, bei welchen weder irgend welche Erscheinungen während des Lebens noch der Befund post mortem eine anderweitige Todesursache vermuthen liess, als Zinnintoxication. Die bei dem Kaninchen in Versuch 3 gefundenen Käseherde und ihre etwaige Bedeutung haben wir bereits oben des Näheren gewürdigt.

Sodann sehen wir, dass die Zeitdauer, welche vom Beginn der Injectionen bis zum Eintritt des Todes verfloss, in einem gewissen Verhältniss zu der Grösse der in den einzelnen Versuchen applicirten Tagesdosis steht; je grösser im allgemeinen bei derselben Thierart die Dosis im Verhältniss zum Körpergewicht ist, um so rascher tritt das letale Ende ein. Dabei zeigt sich aber, dass die Anzahl der Injectionen und somit die Menge des während des ganzen Versuches injicirten Zinns nicht im einfachen Verhältniss zu der Grösse der Einzelgaben steht; vielmehr sind bei der Anwendung der kleineren Dosen eine unverhältnissmässig grössere Anzahl von Injectionen und damit eine bei Weitem grössere Gesammtmenge Zinn nöthig, als bei den grösseren Einzelgaben. Nachstehende Tabelle lässt dieses Verhältniss zwischen der Grösse der Einzeldosis einerseits und der Anzahl der Injectionen und der verbrauchten Gesammtmenge des Zinns andererseits am Besten erkennen. Sie zeigt uns aber fernerhin, dass, worauf wir schon oben bei den Versuchen 14 und 15 aufmerksam machten, nicht nur die Grösse der Einzeldosis auf die Zahl der erforderlichen Injectionen von Einfluss ist, dass vielmehr

auch in Betracht kommt, wie rasch sich die Injectionen in der Zeiteinheit folgen; sie zeigt, dass auch von den kleineren Dosen eine geringere Anzahl und somit eine geringere Gesammtmenge des verbrauchten Zinns erforderlich ist, wenn sich diese kleineren Dosen nur rascher in der Zeiteinheit folgen.

Thierspecies	Versuchs-Nummer.	Tagesdosis pro Kilo mgrm	Tod trat ein nach Tagen	Gesammtmenge des injicirten Zinns pro Kilo grm	Bemerkungen.
Kaninchen	1	12·50	5	0·0500	
„	2	5·45	17	0·0926	
„	3	3·80	47	0·1786	
„	4	3·00	42	0·1260	
„	5	2·42	123	0·2977	
„	6	1·60	254	0·4121	
„	7	1·00	—	0·3350	Beide Versuche nach 11 Monaten abgebrochen, ohne dass sich Krankheitserscheinungen gezeigt hätten.
„	8	0·56	—	0·1876	
Hund	9	6·74	8	0·0472	
„	10	5·24	7	0·0314	
„	11	1·71	47	0·0787	
„	12	1·33	131	0·1739	
„	13	1·05	—	0·1963	Am 187. Tage werden die Injectionen ausgesetzt.
„	14	2×1·07	47	0·1006	
„	15	3×1·18	27	0·0943	Die ersten 2 Tage wurden 4 mal 1·18 pro Kilo injicirt.
Katze	16	5·40	6	0·0108	Im Ganzen nur 2 Injectionen.
„	17	2·85	11	0·0171	
„	18	1·90	25	0·0475	
„	19	2×1·27	20	0·0508	
„	20	0·73	—	0·0504	Die ersten 11 Tage 2 mal täglich, dann bis zum 59. Tage nur einmal täglich 0·73 mgrm pro Kilo, von welchem Tage an die Injectionen unterbleiben.

Diese Zahlen lehren uns sodann noch, dass von den drei zu unseren Versuchen dienenden Thier-Species die Kaninchen offenbar gegen die toxische Wirkung des Zinns viel weniger empfindlich sind, als Hunde und Katzen. So tritt z. B. bei einem Kaninchen (Versuch 6) nach einer Dosis von 1·60 mgrm pro Kilo erst nach 254 Tagen der Tod ein, während bei einem Hunde (Versuch 11) die fast gleiche Dosis von 1·71 mgrm schon

nach 47 Tagen den Tod herbeiführt. In Versuch 5 erhält ferner ein Kaninchen 2·42 mgrm pro Kilo und geht erst nach 123 Tagen zu Grunde; bei einer Katze (Versuch 18) genügt schon die weitaus kleinere Dosis von 1·90 mgrm, um nach 25 Tagen den Tod herbeizuführen.

Ebenso sehen wir, dass in Versuch 7 ein Kaninchen 11 Monate hindurch die tägliche Injection von 1·0 mgrm pro Kilo erhält, ohne krankhafte Erscheinungen zu zeigen, während sich solche bei dem Hunde von Versuch 13 nach täglicher Injection von 1·05 mgrm schon nach $3^1/_2$ Monaten bemerklich machen und nach 6 Monaten auf's Höchste gesteigert sind. Das Verhalten dieser drei Species in Bezug auf die Empfänglichkeit gegen die toxische Wirkung des Zinns entspricht dem, was vielfach auch bei anderen Metallvergiftungen constatirt wurde.

Zu dem Schlusse, dass zwischen der Zinnzufuhr und dem Tode der Thiere ein ursächlicher Zusammenhang bestehe, berechtigt uns sodann noch der Umstand, dass in den Versuchen 13 und 20, in denen alle Erscheinungen dafür sprachen, dass die Thiere dem Tode nahe seien, sich die Thiere nach Sistirung der Zinnzufuhr wieder erholten, und eine Rückbildung der hochgradig ausgebildeten krankhaften Erscheinungen eintrat.

Was nun die krankhaften Erscheinungen anbelangt, unter denen die Intoxication verlief, so ist allen Versuchen eine Störung der Motilität gemeinsam. Am deutlichsten lässt sich dieselbe in ihrer Entstehung und weiteren Ausbildung an Katzen verfolgen, am wenigsten scharf tritt sie bei den Kaninchen hervor. Die Lähmungserscheinungen sind nun, wie wir bereits hervorhoben, selbst bei den Thieren derselben Species mannigfach verschieden, so dass sich schon deshalb aus ihnen nicht etwa der Schluss auf eine durch das Zinn bewirkte bestimmte System-Erkrankung ziehen lässt. Da auch die anatomische Untersuchung keinen Aufschluss gab, müssen wir es dahingestellt sein lassen, wo die letzte Ursache dieser Lähmungserscheinungen zu suchen ist, wir müssen es dahingestellt sein lassen, ob es sich hierbei um eine Störung des centralen Nervensystems oder um periphere Störungen handelt, oder ob etwa gleichzeitig centrale und periphere Veränderungen den Lähmungserscheinungen zu Grunde liegen. Dafür, dass auch das Centralnervensystem in Mitleidenschaft gezogen ist, spricht jedoch das ganze Krankheitsbild. Zu Gunsten dieser Annahme lässt sich auch die in einigen Versuchen beobachtete Beeinträchtigung des Sensorium commune anführen.

Reizerscheinungen auf motorischem Gebiete gelangten nur in einigen der Versuche zur Beobachtung. Da sich diese Erscheinungen bei allen drei Thierspecies vorzugsweise nur in den Versuchen einstellten, in welchen eine verhältnissmässig grössere Menge Zinn zur Injection gelangte, dürfen wir wohl den Schluss ziehen, dass solche Reizerscheinungen mehr

der acuter verlaufenden Intoxication angehören. Veränderungen der Sehnenreflexe waren zu inconstant und zu wenig ausgesprochen, als dass es zulässig erscheint, auf dieses Symptom ein besonderes Gewicht zu legen. Das Gleiche gilt von den Störungen der Sensibilität, wobei jedoch hervorzuheben ist, dass dieselben bei allen Katzen, welche wir daraufhin untersuchten, angetroffen wurden.

Nächst den Störungen der Motilität ist allen Versuchen (mit Ausnahme der nicht zu einer Intoxication führenden Versuche 7 und 8) eine beträchtliche Ernährungsstörung gemeinsam, die sich sowohl durch die Gewichtsabnahme, als durch den Schwund des Panniculus adiposus und in den meisten Fällen durch die hochgradige Anämie des Cadavers kundgiebt; sie wird in den Versuchen mit langsamerem Verlauf, wie leicht erklärlich, am stärksten angetroffen. Diesen Ernährungsstörungen geht nicht immer, so namentlich nicht bei den Kaninchen und Hunden, bei welchen eine kleinere Zinndosis pro die injicirt wurde, eine derartige Verminderung der Nahrungsaufnahme voraus, dass sich dieselben schon hierdurch erklären liessen. Auch fehlen gerade in diesen Versuchen alle Erscheinungen, welche auf eine erheblichere Schädigung und mangelhafte Functionirung des Verdauungsapparates hinweisen.

Wir müssen also diese Ernährungsstörungen zum Theil wenigstens einer mehr directen Allgemeinwirkung des Zinns auf den thierischen Organismus zuschreiben, wir müssen sie als den Ausdruck einer Zinn-Kachexie ansehen.

Auf eine directe Einwirkung des Zinns auf den Verdauungsapparat hindeutenden Krankheitserscheinungen begegnen wir bei den Kaninchen und Hunden nur in den Versuchen, in welchen die verhältnissmässig grösseren Dosen des Zinn-Doppelsalzes injicirt worden waren und dadurch die Intoxication rascher eintrat und acuter verlief. In den mehr chronisch verlaufenden Intoxicationen treten dieselben jedenfalls sehr in den Hintergrund. Bei den Katzen freilich machen sich, mit Ausnahme von Versuch 20, in welchem eine sehr kleine Dosis dem Organismus zugeführt wurde, schon früh Störungen der Digestion bemerklich.

In denjenigen Versuchen an Hunden und Kaninchen, in welchen jene Krankheitserscheinungen seitens des Verdauungsapparates zur Beobachtung gelangten, liessen sich auch bei der anatomischen Untersuchung mehr oder minder ausgeprägte Zeichen einer entzündlichen Reizung der Schleimhaut des Intestinaltractus nachweisen. Solche Zeichen, wenn auch in geringerer Ausdehnung, finden sich aber auch bei einigen Thieren, welche bei Lebzeiten keine darauf hindeutende Symptome gezeigt hatten. Von den 4 zur Obduction gelangten Katzen zeigte merkwürdigerweise nur diejenige, bei welcher die geringe Dosis von 3 mgrm, freilich zweimal täglich,

injicirt worden war, Erscheinungen einer entzündlichen Reizung der Darmschleimhaut, während selbst der Darm des Thieres, bei welchem die verhältnissmässig grosse Dosis von 15 mgrm applicirt wurde, intact erschien.

In verschiedenen Versuchen zeigte die Darmschleimhaut eine eigenthümlich braune Verfärbung, welche am stärksten im Coecum und den angrenzenden Partieen des Dünndarms und Dickdarms ausgeprägt war. Diese Verfärbung fand sich auch an den vielfach geschwellten solitären Follikeln und den Peyer'schen Plaques, sowie einigemal an den vergrösserten Mesenterialdrüsen. Eine in Versuch 4 und Versuch 12 vorgenommene mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Verfärbung der Darmschleimhaut hervorgebracht sei durch einen körnigen Niederschlag innerhalb der Lymphgefässe. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürfte es sich hierbei um Ablagerungen von Schwefelzinn handeln, welches durch den Schwefelwasserstoffgehalt jener Darmpartie ausgefällt wurde. Wir haben es hierbei mit einem ähnlichen Befunde zu thun, als wie ihn Meyer[1] in seinen Versuchen mit subcutanen Injectionen von Mag. Bismuthi constatirte, in welchen Versuchen die Darmschleimhaut, und zwar wiederum besonders die des Coecums und des Processus vermiformis und des Anfanges des Dickdarmes eine starke schwarze Pigmentirung darbot. Die Pigmentirung fand sich nicht bei allen zur Obduction gelangenden Versuchsthieren. Bei den Kaninchen war diese Pigmentirung nicht vorhanden in dem rasch lethal verlaufenden Versuche 1 und den wiederum bei den kleinen Dosen sich mehr in die Länge ziehenden Versuchen 5 und 6. Von den Hunden zeigten diese Pigmentirung nur diejenigen, bei welchen das Zinn am längsten dem Organismus einverleibt worden war und die beiden, bei welchen die Injection mehrmals am Tage vorgenommen worden war. Von den zur Obduction gelangten Katzen liess wiederum nur diejenige, bei welcher die Injectionen die längste Zeit hindurch vorgenommen worden waren, die Pigmentirung erkennen.

Die entzündliche Reizung der Schleimhaut des Intestinaltractus, sowie die Pigmentirung derselben hängt offenbar zusammen mit der Ausscheidung eines Theiles des in den Organismus aufgenommenen Zinns durch diese Schleimhaut. Dass ein Theil des Zinns wiederum durch den Darmcanal aus dem Körper ausgeschieden wird, lehren uns die in Versuch 3 und Versuch 15 vorgenommenen chemischen Analysen der Fäces. Mag auch ein Theil des in den Fäces nachgewiesenen Zinns mit der Galle ausgeschieden und so in den Darm gelangt sein, so ist es doch immerhin wahrscheinlich, dass auch ein Theil durch die Schleimhaut des Darmes zur Ausscheidung gelangte.

---

[1] *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.* Bd. XX. S. 71.

Von anderweitigen bei der anatomischen Untersuchung der Thiere vorgefundenen pathologischen Veränderungen, welche möglicherweise mit der Zinnzufuhr in einem Causalnexus stehen können, sind noch zu erwähnen die fettige Degeneration der Leber mässigen Grades bei dem Kaninchen in Versuch 3 und bei den Hunden in Versuch 10, 11, 12 und 14, sowie die geringe fettige Degeneration der Herzmusculatur bei dem Hunde in Versuch 10 und bei der Katze in Versuch 18. Die durch das Zinn bewirkten Ernährungsstörungen des Allgemeinorganismus erklären uns diese Erscheinungen von fettiger Degeneration zur Genüge.

Vorstehende an drei verschiedenen Thierspecies unternommenen Versuche mit subcutaner Injection des weinsauren Zinnoxydulnatrium lehren zunächst, dass aus der Aufnahme eines nicht ätzenden Zinnsalzes in den thierischen Organismus, auch wenn dasselbe nicht direct in die Blutbahn injicirt wird, eine Reihe von krankhaften Störungen und schliesslich der Tod resultiren können. Sodann ward, worauf es ja in vorliegender Arbeit besonders ankam, der Nachweis geliefert, dass auch kleine, ja kleinste Dosen Zinn, wenn sie nur häufiger dem Organismus zugeführt werden, die Gesundheit zu zerstören und schliesslich das lethale Ende herbeizuführen vermögen. Es ward der Beweis für die Möglichkeit einer chronischen Zinnvergiftung erbracht.

II. Versuche mit subcutaner Injection des essigsauren Zinntriäthyl.

Mit subcutaner Injection dieser metallorganischen Verbindung machten wir, da die gleichzeitig mit Darreichung dieser Verbindung per os unternommenen Versuche das Krankheitsbild zur Genüge ergänzten, nur je einen Versuch bei einem Hunde und bei einer Katze und zwar mit kleineren Einzeldosen des Salzes.

Versuch 21.

Ein junger Hund von 2510 ^{grm} Gewicht erhält täglich 5 ^{mgrm} essigsaures Zinntriäthyl = 0·88 ^{mgrm} Sn pro Kilo subcutan injicirt; einige Minuten nach der ersten Injection beginnt das Thier unruhig hin und her zu laufen; nach zehn Minuten tritt dünnflüssige Stuhlentleerung mit offenbar heftigem Tenesmus ein, die sich in der nächsten halben Stunde noch mehrmals wiederholt. Während dem stellt sich ein soporöser Zustand des Thieres ein, aus dem dasselbe nur für einige Augenblicke durch Aufrütteln zu erwecken ist; nach etwa einer Stunde ist es wieder vollkommen munter.

Diese Scene wiederholt sich während der ersten fünf Tage nach jeder Injection; von da an nimmt die Reaction seitens des Darms an Heftigkeit ab, so dass schliesslich nur noch zuweilen nach der Injection eine diarrhöische Ent-

leerung eintritt. Eine gewisse Somnolenz aber stellt sich stets, wenn auch vielleicht nicht immer im gleich starken Grade, nach den Injectionen ein.

Zwölf Tage nach Beginn des Versuches erscheint das Thier sehr träge und beginnt mit den Hinterbeinen zu lahmen. Schon zwei Tage später vermag es sich nur noch langsam mit weit auseinander gespreizten Hinterbeinen zu bewegen, wobei es stark schwankt und häufig umfällt. Auch im Stehen macht sich starkes Schwanken bemerklich. Während die Fresslust bis dahin nicht erheblich gelitten zu haben schien, nimmt der Hund von jetzt an kaum mehr etwas zu sich.

Am 16. Tage vermag sich das Thier nicht mehr zu erheben und krepirt gegen Abend, ohne dass Krämpfe beobachtet worden wären, nachdem einige Stunden vor dem Tode die Respiration aussetzend und oberflächlicher geworden.

Das Gewicht des Cadavers beträgt 1980 ^{grm}. Die Obduction ergiebt ausser einer starken Injection der Dünndarmschleimhaut, namentlich des Duodenums, und starker Abmagerung nichts Bemerkenswerthes.

Versuch 22.

Ein junges 630 ^{grm} schweres Kätzchen erhielt täglich 0·75 ^{mgrm} essigsaures Zinntriäthyl = 0·52 ^{mgrm} Sn pro Kilo subcutan injicirt; bald nach den Injectionen war das Thier zunächst etwa $^1/_2$ bis 1 Stunde lang soporös; anderweitige Erscheinungen wurden während der ersten Tage nicht beobachtet, nur am vierten Tage traten kurz nach der Injection wiederholt dünnflüssige Stuhlgänge ein.

Vom sechsten Tage an begann das Thier in seinen Bewegungen schwerfälliger zu werden und vermochte sich vom achten Tage an nur noch schwer und mit steif gehaltenen und gespreizten Beinen weiter zu schleppen; dabei machte sich ein starkes Zittern bemerklich. Vom achten Tage an frass das Thier auch nicht mehr und erbrach wiederholt.

Am neunten Tage konnte sich das Thier nicht mehr erheben, am zehnten Morgens wurde es todt aufgefunden.

Bei der Section ergab sich ausser starker Abmagerung und ziemlich grosser Blutleere nichts Bemerkenswerthes.

Wie aus diesen beiden Versuchen hervorgeht, vermögen also auch kleine Dosen jener metallorganischen Verbindung des Zinns, wenn dieselben häufiger dem Organismus zugeführt werden, eine zum Tode führende Intoxication zu bewirken. Vergleichen wir dabei die Grösse der pro Kilo Körpergewicht der Versuchsthiere injicirte Einzeldosis und die Gesammtmenge der zur Herbeiführung des Todes nothwendigen Injectionen in diesen beiden Versuchen mit den entsprechenden Zahlen in den Versuchen mit dem weinsauren Zinnoxydulnatrium, so ergiebt sich, in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen White's, dass die lethale Wirkung des essigsauren Zinntriäthyls eine bei Weitem grössere ist. Schon diese grössere Giftigkeit des Zinntriäthyl spricht dafür, dass es sich bei der Einwirkung desselben auf den thierischen Organismus nicht allein um eine Wirkung des Metalls allein handele, vielmehr lässt sich schon hieraus der Schluss ziehen, dass auch der ganzen Verbindung als solchen eine toxische Wirkung eigen sei. Für die Berechtigung dieser

Annahme lassen sich fernerhin einige eigenthümliche Erscheinungen im Vergiftungsbilde anführen, nämlich der bei beiden Thieren kurz nach jeder Injection eintretende soporöse Zustand und die namentlich bei dem Hunde während der ersten Tage sofort nach der Injection sich einstellenden profusen Durchfälle und das baldige völlige Verschwinden dieser Erscheinungen.

Das rasche Eintreten dieser Symptome und das ebenso rasche Verschwinden derselben, um zunächst wiederum einem völlig normal erscheinenden Zustande der Thiere Platz zu machen, lassen sich am Besten durch die Annahme erklären, dass wir es bei diesen Erscheinungen mit einer Wirkung der ganzen Verbindung zu thun haben, während die erst nach einigen Tagen und allmählich sich einstellenden Erscheinungen, wie wir sie auch bei den Versuchen mit dem Zinndoppelsalz beobachteten, auf eine Wirkung des im Organismus sich abspaltenden Metalles zurückzuführen sein dürften.

In Uebereinstimmung mit den Versuchen mit dem weinsauren Zinnoxydul-Natrium treten späterhin Lähmungserscheinungen in den Vordergrund des Krankheitsbildes. Sodann macht sich auch in diesen Versuchen eine hochgradige Ernährungsstörung bemerklich.

B. Versuche mittelst Darreichung der Zinnpräparate per os.

I. Versuche mit dem essigsauren Zinntriäthyl.

a) bei Hunden.

Versuche mit Darreichung dieser metallorganischen Zinnverbindung per os machten wir zunächst an zwei Hunden. Bei dem ersten dieser Thiere operirten wir mit verhältnissmässig grösseren Einzeldosen und applicirten dieselbe mittelst der Schlundsonde.

Versuch 23.

Einem 2600 ^{grm} schweren, etwa sechs Monate alten Hunde werden Morgens gegen zehn Uhr 50 ^{mgrm} essigsaures Zinntriäthyl in 5 ^{ccm} Wasser gelöst durch die Schlundsonde in den Magen gebracht.

Zehn Minuten darauf treten heftiges Erbrechen — dem sich langanhaltende Würgbewegungen anschliessen — und profuse, so starke Durchfälle ein, dass der Hund $^1/_4$ Stunde mit nur kurzen Unterbrechungen am Defäciren war. Sodann stellt sich ein sommolenter Zustand ein, aus dem das Thier zwar durch Aufscheuchen für einige Minuten erweckt werden kann, in den es aber bald wieder zurückfällt.

Gegen Abend ist das Thier wieder vollkommen munter und zeigt gute Fresslust; es erhält jetzt 25 ^{mgrm} des Präparates in circa 15 ^{ccm} Milch durch die Schlundsonde. Erbrechen tritt jetzt nicht ein, wohl aber nach $1^1/_4$ Stunde heftige Diarrhöe. Auch wird wieder wie am Morgen ein narkotischer Zustand, wenn auch in schwächerem Grade beobachtet.

Am anderen Morgen erscheint der Hund vollkommen munter; er erhält wieder 25 mgrm der Verbindung in Milch durch Schlundsonde, worauf sich heftiges Erbrechen, Diarrhöe und in geringem Grade jener narkotische Zustand einstellen.

Abends ist das Thier weniger munter und bekundet geringere Fresslust. Es bekommt nochmals 25 mgrm durch die Schlundsonde, ohne dass Erbrechen oder Diarrhöe eintritt; er erscheint $^1/_2$ Stunde später sehr matt und elend.

Am dritten Tage Morgens bleibt der Hund, welcher inzwischen noch erbrochen hat, auf seinem Lager liegen und vermag sich aufgescheucht nur langsam zu erheben; beim Laufen fällt er verschiedene Male auf die Seite und tappt mit steif gehaltenen Beinen unsicher umher. Er erhält jetzt noch einmal eine Dosis von 25 mgrm in Milch, worauf sich $^1/_2$ Stunde später leichte Diarrhöe aber kein Erbrechen einstellen.

Von jetzt an ist der Hund nicht mehr zum Laufen zu bewegen; er fällt beim Versuche sich aufzurichten immer wieder um. Gegen ein Uhr Mittags stellen sich heftige Zuckungen der Extremitäten ein, die Athmung wird sehr frequent, der Hund schleppt sich offenbar mit grosser Anstrengung einige Schritte weiter und sinkt plötzlich todt zurück.

Die Obduction ergiebt keinen bemerkenswerthen Befund. Namentlich finden sich keine Zeichen einer tieferen Läsion des Magens oder des Darms.

In diesem Versuche trat zunächst nach der Aufnahme der Zinnverbindung ebenso wie in Versuch 21 starke Diarrhoe ein, die namentlich nach der ersten Dosis von 50 mg von besonderer Heftigkeit war. Zu ihr gesellt sich verschiedene Mal heftiges Erbrechen. Auch gelangt wiederum der in Versuch 21 erwähnte somnolente Zustand zur Beobachtung. Diese Erscheinungen, welche nach der Aufnahme der Metallverbindung in den Organismus eintraten, machen zunächst wiederum einem völligen Wohlbefinden des Thieres Platz. Sie sind wohl, wie die analogen Erscheinungen in Versuch 21, auf eine Wirkung der Gesammtverbindung zurückzuführen. Als Folge der Zinnwirkung müssen wir dagegen die sich später einstellende Lähmung und die convulsivischen Erscheinungen betrachten. Das Auftreten dieser Convulsionen entspricht der gleichen Beobachtung in den Versuchen 9 u. 10, in welchen eine mehr acut verlaufende Intoxication durch grössere Dosen des weinsauren Doppelsalzes herbeigeführt wurde.

In dem folgenden Versuche sollte durch kleinere Einzelgaben der Verbindung eine mehr chronisch verlaufende Intoxication herbeigeführt werden.

Versuch 24.

Ein 6100 grm schwerer, wohl schon älterer aber durchaus kräftiger und lebhafter Hund erhält zweimal täglich je 5 mgrm essigsaures Zinntriäthyl in das Futter, ohne in der ersten Zeit nach dessen Aufnahme irgend welche krankhafte Erscheinungen, wie Diarrhöe, Erbrechen oder Narkose zu zeigen.

Am vierten Tage wird die Dosis auf je 6 mgrm verstärkt; nur einmal trat darauf bald nach Aufnahme des Präparates Erbrechen auf. Vom sechsten Tage an erhält er Dosen von je 7·5 mgrm zweimal täglich: darauf stellt sich in den

ersten Tagen kurz nach Aufnahme dieser erhöhten Dosis eine mässig starke Diarrhöe ein, die ungefähr acht Tage später nicht mehr beobachtet wird.

Drei Wochen nach Beginn des Versuches machen sich leichte Lähmungserscheinungen bei dem Thiere bemerkbar. Sein Gang erscheint steifer und weniger sicher; auch erscheint es träger und verlässt nicht freiwillig seine Hütte. Zugleich ist das Thier, welches vorher ziemlich zutraulich war, so bissig geworden, dass man sich ihm nur mit grosser Vorsicht nähern darf.

In den nächsten Tagen schreitet die Lähmung so fort, dass sich das Thier nur noch mit Mühe aufrichten und kaum mehr weiter bewegen kann. Gleichzeitig hat aber auch die Fresslust des Thieres so nachgelassen, dass es von der ihm vorgesetzten Nahrung nur sehr wenig zu sich nimmt. Bei der in Folge dessen eingetretenen Verminderung der Zufuhr der Zinnverbindung erholt sich das Thier offenbar so, dass es fünf Tage später wieder mobiler erscheint und sich offenbar viel freier bewegen kann.

Jetzt beginnt der Hund auch wieder besser zu fressen, so dass er in einigen Tagen wiederum die gesammte im Futter vorgesetzte Zinnmenge verzehrt, worauf hin sich abermals hochgradige Lähmungserscheinungen ausbilden. Das Thier ist am 48. Tage wieder so gelähmt, dass es sich nicht mehr zu erheben vermag; die ihm dargereichte Nahrung hat es wiederum seit einigen Tagen kaum berührt; an diesem Tage zeigt das Thier auch einigemal nur kurze Zeit andauernde klonische Krämpfe.

Da das Thier auch in den nächsten Tagen gar keine Nahrung mehr zu sich nimmt und es den Anschein hat, als ob es sich dabei wieder erholen wollte, wird es am 52. Tage durch Strangulation getödtet.

Die Obduction des nur noch 5070 ^{grm} schweren Cadavers ergiebt ausser hochgradiger Abmagerung und bedeutender Blutleere keine Erscheinungen, die sich auf die Darreichung des Zinns zurückführen liessen.

Der Ausfall dieses Versuches entsprach der Absicht, eine mehr chronisch verlaufende Vergiftung herbeizuführen. Bei den kleineren Einzeldosen machten sich auch die in dem vorhergehenden Versuche auf eine Wirkung der Gesammtverbindung zurückzuführenden Symptome nicht mehr bemerklich, mit Ausnahme einer nur einige Tage beobachteten mässig starken Diarrhöe. Bemerkenswerth ist, dass die auf eine Wirkung des Zinns zurückzuführenden Lähmungserscheinungen an Intensität nachliessen, als dem Organismus in Folge der verminderten Nahrungsaufnahme nur noch geringe Mengen der Zinnverbindung zugeführt wurden, um später bei besserer Fresslust und somit wiederum grösserer Zinnaufnahme gleichfalls wieder heftiger zu werden. Da das Thier wiederholt Tage lang keine Nahrung zu sich nahm, dürften die Ernährungsstörungen in diesem Falle nicht ohne Weiteres als Folge der Zinnzufuhr angesprochen werden.

b) Versuche mit Darreichung des essigsauren Zinntriäthyls per os bei Katzen.

Diese Versuche machten wir an zwei jungen Katzen, da uns ältere Thiere zur Zeit nicht zur Verfügung standen.

Versuch 25.

Eine junge Katze von 710 grm erhält Nachmittags 4 Uhr $2^1/_2$ mgrm Zinntriäthyl ihrer Milch beigemengt, etwa eine halbe Stunde später erscheint das Thier schlaftrunken und hat mehrere dünnflüssige Entleerungen.

Am andern Morgen ist die Katze wieder ganz munter; sie erhält jetzt von Neuem $2^1/_2$ mgrm der Verbindung in Milch. Es stellte sich hierauf abermals ein Zustand von Schlaftrunkenheit ein und einmalige Entleerung dünnflüssigen Koths. Abends erhält das Thier noch ein Mal die gleiche Dosis.

Am dritten Tage Morgens zeigt das Thier deutliche Lähmung und starkes Zittern beim Stehen und Gehen; es erhält nochmals die gleiche Dosis wie früher. Am Abend ist das Kätzchen so gelähmt, dass es sich nur noch langsam mit steifen Gliedern und stark schwankend weiter bewegen kann; Milch nimmt es nicht mehr zu sich.

Am vierten Tage Morgens säuft das Thier ein klein wenig der mit $2^1/_2$ mgrm Zinntriäthyl versetzten Milch, worauf es sofort erbricht.

Von nun an bleibt es mit ausgestreckten Gliedern liegen und krepirt in der folgenden Nacht.

Die Obduction ergiebt keinen bemerkenswerthen Befund.

Versuch 26.

Eine sechs Wochen alte Katze von 535 grm Gewicht nimmt jeden Morgen und Abend je 1 bis $1^1/_2$ mgrm des Präparates in Milch, ohne zunächst nach der Aufnahme derselben besondere Erscheinungen zu zeigen.

Am Nachmittage des zweiten Tages stellt sich bei dem Thiere leichte Diarrhöe ein, die am folgenden Tage schon aufgehört hat. Bereits am vierten Tage bewegt sich das Thier nur noch mit so steifen Gliedern, dass es förmlich wie im langsamen Schritt marschirt; dabei fällt es zuweilen auf die Seite.

Am fünften Tage ist das Thier nur durch stärkeres Antreiben zum Gehen zu bewegen. Seine Bewegungen sind noch steifer und ungelenker; es schwankt dabei hin und her und fällt wiederholt um. Bemerkenswerth ist noch ein eigenthümlich starrer Blick des Thieres.

Am andern Tage vermag das Thier sich nicht mehr zu erheben, säuft seine Milch nicht und wird Nachmittags todt vorgefunden.

Das Thier hatte im Ganzen ca. 12 mgrm der Verbindung, also 5 bis 6 mgrm Zinn erhalten.

Die Obduction ergiebt nichts Bemerkenswerthes.

Während in Versuch 25 sich zunächst kurz nach der Aufnahme des Zinnpräparates wiederum die auf die Gesammtverbindung zurückzuführenden Erscheinungen, wie Diarrhöe und Somnolenz bemerklich machten, bleiben diese Symptome in Versuch 26, in welchem die Einzeldosis eine kleinere war, aus. Verhältnissmässig sehr rasch traten in beiden Versuchen die Lähmungserscheinungen und das lethale Ende ein. Das Gesammtbild dieser Lähmungserscheinungen sowohl in diesen, als in den übrigen Versuchen mit dem essigsauren Zinntriäthyl kann nur in der Annahme bestärken, dass es sich hierbei vorzugsweise um pathologische Vorgänge im Bereiche des Centralnervensystems handele.

War auch in den zuletzt mitgetheilten Versuchen eine Intoxication durch Zufuhr eines Zinnpräparates per os zu Stande gekommen, so stellte doch das angewandte Zinnpräparat eine so eigenthümliche und so leicht resorbirbare Verbindung dar, dass aus diesen Versuchen nicht ohne Weiteres ein Schluss gezogen werden durfte auf die Möglichkeit einer Vergiftung per os durch solche Zinnsalze, wie sie sich vermuthlich in dem Inhalt der Conservenbüchsen bilden. Den Beweis, dass auch andere, weniger leicht resorbirbare Zinnverbindungen, dass auch solche Zinnverbindungen, deren Auftreten in den Conservenbüchsen wir eher annehmen durften, eine Vergiftung per os herbeiführen könnten, musste daher noch erbracht werden. Wir stellten zu diesem Zwecke zunächst folgende Versuche mit Einverleibung des weinsauren Zinnoxydulnatrium an.

II. Versuche mit Darreichung des weinsauren Zinnoxydulnatrium per os.

Einen dieser Versuche machten wir an einem Kaninchen, indem wir demselben das Zinnsalz mit der Schlundsonde in den Magen brachten.

Versuch 27.

Ein 1760 grm schweres Kaninchen erhält ein Mal täglich durch Schlundsonde 0·125 grm weinsaures Zinnoxydulnatrium in 20 ccm Wasser.

Am 42. Tage wird das Thier, welches bisher keine krankhaften Erscheinungen gezeigt hatte, dessen Fresslust nicht gelitten hatte und dessen Gewicht auf 1820 grm gestiegen war, todt aufgefunden.

Die Obduction ergiebt: Oedem beider Lungen; Atelektase des rechten Unterlappens, über die ganze Herzmuskulatur ziemlich gleichmässig verbreitete fettige Degeneration mässigen Grades. Die Schleimhaut im Jejunum ist stellenweise stark injicirt; die Peyer'schen Plaques und die solitären Follikeln sind vielfach markig infiltrirt und bräunlich verfärbt.

Von diesem Thiere werden 368 grm den verschiedensten Körperstellen entnommener Muskelsubstanz auf einen Zinngehalt untersucht, nachdem sie mit grösster Sorgfalt von jeder Verunreinigung namentlich durch den Inhalt vom Magen und Darm freigehalten worden waren; es fanden sich darin deutlich nachweisbare aber nicht wägbare Spuren von Zinn.

In der 44 grm schweren Leber fanden sich 0·0011 grm SnO_2 = 0·0009 grm Sn; in der rechten Niere von 14 grm Gewicht waren 0·0013 grm SnO_2 = 0·0010 grm Sn enthalten.

In Gehirn und Rückenmark liess sich Zinn nicht nachweisen.

Der Tod dieses Thieres erfolgte, ohne dass irgendwelche krankhafte Erscheinungen vorausgegangen wären, so plötzlich, dass es nicht statthaft erscheint, denselben ohne Weiteres als die Folge der Zinnzufuhr anzusprechen. Doch hat dieser Versuch immerhin insofern einige Bedeutung, als durch die chemische Analyse kleine Mengen Zinn in verschiedenen

Organen nachgewiesen werden konnten und so ein weiterer Beweis für die Thatsache erbracht wurde, dass auch von einer nicht ätzenden Zinnverbindung ein Theil im Intestinaltractus zur Resorption gelangt.

Bei der Schwierigkeit, Kaninchen das Zinnsalz per os beizubringen, wird von weiteren Versuchen an diesen Thieren Abstand genommen.

An Hunden machten wir zwei Fütterungsversuche mit dem weinsauren Zinnoxydulnatrium, von denen freilich einer wegen einer räudeartigen Erkrankung des Versuchsthieres nicht zu Ende geführt werden konnte. Dieser Versuch sei zunächst mitgetheilt.

Versuch 28.

Ein 3200 grm schwerer noch nicht ausgewachsener Hund erhält am 21. Decbr. 1883 seinem zwei Mal des Tages verabreichten Futter, welches aus Fleischüberresten, Kartoffeln, Brod, Gemüse u. s. w. bestand je 0·01 grm Zinn in Form des weinsauren Doppelsalzes beigemischt. Diese Dosis wird täglich um 0·01 grm vermehrt, so dass das Thier am 4. Januar 1884 0·3 grm pro die erhielt.

An diesem Tage stellte sich bei dem Thiere einmaliges Erbrechen ein, und machte sich gleichzeitig eine gewisse Abneigung gegen die vorgesetzte zinnhaltige Nahrung bemerkbar, indem das Thier dieselbe wählerisch durchsuchte.

Die Dosis wird allmählich weiter gesteigert, so dass sie am 19. Januar 0·6 grm betrug. Während dieser Zeit trat ab und zu Erbrechen auf, wobei jedoch das Thier in der Regel das Erbrochene wieder frass. Das ihm vorgesetzte Futter verzehrte es in den letzten Tagen nur noch selten vollständig, so dass es auch nur einen Theil der Zinndosis zu sich nahm.

Die Dosis von 0·6 grm wird jetzt zunächst nicht weiter gesteigert. Das Erbrechen tritt nur noch selten auf; die Fresslust ist eine sehr wechselnde, so dass das Thier einmal sein Futter fast gar nicht während des ganzen Tages berührt und es dann wiederum am anderen Tage vollständig zu sich nimmt. Jedenfalls ist die Nahrungsaufnahme eine so genügende, dass das Thier am 12. Januar 3400 grm und am 24. Februar 3830 grm wiegt.

Von jetzt an wird die dem Futter beigemengte Zinndosis wiederum um täglich 0·01 grm vermehrt, bis dieselbe die Höhe von 1·0 grm erreicht hat; bei dieser Erhöhung der Dosis erbricht das Thier ab und zu.

Am 5. April beträgt das Gewicht des Thieres 4210 grm. Inzwischen hatte sich ein räudeartiger Hautausschlag gebildet, der, da er einer eingeleiteten Therapie nicht wich, sich vielmehr weiter ausbreitete, es nicht gestattete, den Versuch — wegen der Gefahr der Ansteckung der anderen Thiere — weiter fortzusetzen.

Am 16. April wurde das Thier, welches bis dahin keine Störung der Motilität und keinerlei für eine Erkrankung des Nervensystems sprechende Symptome aufgewiesen hatte, durch einen Schlag auf den Kopf getödtet.

Die Section des wohlgenährten fettreichen Thieres ergiebt in dem unteren Drittel des Dünndarms und namentlich im Coecum jene eigenthümliche braune Verfärbung der Schleimhaut, die sich jedoch nicht continuirlich, sondern mehr fleckenweise in unregelmässigen Figuren zeigt. Hier und da ist diese Partie

des Darms auch leicht injicirt; auch sind hier die Peyer'schen Plaques und solitären Follikeln markig infiltrirt und zeigen ebenfalls jene eigenthümliche Verfärbung. Der Magen und die oberen Partien des Dünndarms und der Dickdarm sind vollkommen gesund. Die Mesenterialdrüsen erscheinen bis zur Bohnengrösse geschwellt.

Im Uebrigen fand sich, abgesehen von dem Hautausschlag, keine pathologische Veränderung vor.

Von diesem Thiere wurden verschiedene Organe und Gewebe, welche sorgfältig vor jeder Verunreinigung mit dem Inhalte des Verdauungstractus bewahrt worden waren, auf einen Zinngehalt untersucht. Hierbei ergab sich:

In 300 grm Blut konnte kein Zinn nachgewiesen werden.

In Gehirn und Rückenmark von 49 grm Gewicht waren zwar deutliche aber nicht wägbare Spuren von Zinn nachzuweisen.

In 482 grm Muskeln, die verschiedenen Körperstellen entnommen waren, fanden sich 0·0065 grm SnO_2 = 0·0057 grm Sn.

In der Leber, deren Gewicht 222 grm betrug, wurden 0·0051 grm SnO_2 = 0·0040 grm Sn nachgewiesen, in der 69 grm schweren linken Niere 0·0042 grm Sn.

Dieser Versuch lehrte, wenn er auch zu frühzeitig abgebrochen werden musste, doch immerhin wiederum das Eine, dass ein Theil eines in den Magendarm-Traktus eingeführten nicht ätzenden Zinnsalzes daselbst zur Resorption gelangt. Da in diesem Versuche bei der Zinnzufuhr mit kleinsten Dosen begonnen und erst allmählich bei vorsichtiger Steigerung zu grösseren Tagesgaben geschritten wurde, fällt hier auch der Einwurf fort, welchen Kobert[1] gegenüber anderen Versuchen erhoben hat, in welchen grössere Dosen von Metallsalzen unvorbereiteten Thieren gegeben worden waren, nämlich der Einwurf, dass die plötzlich mit soviel Metalllösung überschwemmten Darm-Epithelien sich massenweise losstiessen und der Aufnahme des Giftes in die Darmgefässe keinen Widerstand entgegen zu setzen vermöchten.

Das Factum, dass ein Theil des Zinns Aufnahme in den Säftekreislauf gefunden hatte, ermunterte jedenfalls den nachstehenden, bei einem andern Hunde schon früher begonnenen, Fütterungsversuch weiterhin fortzuführen.

Versuch 29.

Ein 7570 grm schwerer Hund erhält am 9. November 1883 0·01 grm Zinn in Form des weinsauren Doppelsalzes in wässeriger Lösung unter die Nahrung gemischt. Die Dosis wird vom 11. November an pro Tag um 0·005 grm gesteigert, so dass der Hund am 21. December 0·12 grm Zinn pro die erhält; an diesem Tage wird zuerst Erbrechen des Thieres beobachtet.

Die Dosis wird weiter täglich um 0·005 grm gesteigert, so dass das Thier am 20. December 0·21 grm erhält. An diesem Tage zeigt sich die Fresslust etwas vermindert; das Gewicht des Thieres hat sich auf 9410 grm erhöht.

[1] Kobert, *Anleitung für experimentelle Pathologie und Pharmacologie.* Bd. XVI. S. 380.

Die Dosis wird jetzt langsam so gesteigert, dass das Thier am 22. Februar 1884 0·6 grm Zinn erhält; in der Zwischenzeit hat sich ab und zu Erbrechen gezeigt und tageweise auch verminderte Fresslust, so dass das Thier sein Futter nur widerstrebend und unvollständig verzehrt und daher auch meist nur zum Theil die Tagesdosis Zinn zu sich nimmt. Da sich das Erbrechen in den vorhergehenden Tagen häufiger eingestellt hat, wird von nun an die Tagesdosis nicht mehr gesteigert, und lässt hierauf auch alsbald das Erbrechen nach, auch nimmt der Hund sein zinnhaltiges Futter bald wieder williger zu sich. Sein Gewicht beträgt am 24. März 9600 grm, am 7. April hat es sich auf 10 300 grm gehoben.

In den nächsten Monaten erhält der Hund weiterhin täglich 0.6 grm Zinn in seinem Futter vorgesetzt, ohne dass er jedoch, da er dasselbe nur selten vollständig auffrisst, jene Zinnmenge wirklich ganz zu sich genommen hätte. Stets konnte man beobachten, dass das Thier, wenn es das zinnhaltige Futter auch verweigerte, andere Nahrung begierig verschlang. Erbrechen trat jetzt nur noch selten ein. Die Gewichtsänderungen zeigen inzwischen folgenden Verlauf: Am 28. Mai 9620 grm, am 17. Juni 9870 grm, am 21. Juli 8110 grm, am 28. August 8750 grm, am 2. October 8670 grm.

Anfang October 1884 wird die Menge des Zinnsalzes allmählich bis auf 0·8 grm pro die gesteigert, ohne dass jedoch das Thier diese ganze Menge regelmässig zu sich nimmt, meist bleibt ein grösserer Theil des Futters übrig.

Ende October macht das Thier den Eindruck als ob seine Motilität eine Einbusse erlitten hätte; seine Bewegungen sind weniger rasch und weniger elastisch; auffallend ist es nammentlich, dass das Thier nicht mehr so hoch zu springen vermag als früher und dass es bei derartigen Versuchen wiederholt umfällt. Am 26. November beträgt das Gewicht 8720 grm.

Von jetzt an lässt sich verfolgen, wie die Beweglichkeit des Thieres, wenn auch langsam, immer mehr Einbusse erleidet; es wird träger und zeigt mehr Neigung zum stillen Liegen; auch erscheinen seine Beine beim Laufen steifer und ungelenkiger.

Anfangs Januar 1885 fällt es jedem Beobachter sofort in die Augen, dass das Thier eine abnorme Gangart zeigt; dieselbe hat etwas eigenthümlich steifes und schwerfälliges; namentlich werden die Hinterbeine nur wenig in den Gelenken bewegt und kaum vom Boden erhoben. Die Sehnenreflexe lassen keine Veränderung erkennen, ebensowenig sind deutliche Veränderungen der Sensibilität nachweisbar. Am 3. Januar wiegt das Thier 8150 grm.

Das Thier nimmt jetzt die zinnhaltige Nahrung so widerwillig zu sich, dass es häufiger nothwendig wird, ihm nebenbei noch zinnfreies Futter zu reichen, welches es mit grosser Begierde verzehrt.

Die Lähmungserscheinungen nehmen langsam zu. Der Gang des Thieres wird immer steifer und unsicherer; eine kleine Erhöhung vor seiner Hütte vermag es nur noch mit besonderer Anstrengung und einen förmlichen Anlauf nehmend zu überschreiten, wobei es häufig, nachdem es das Ziel erreicht hat, umfällt. Am 23. Januar wiegt das Thier 7900 grm.

In den nächsten Wochen nehmen die Lähmungserscheinungen kaum zu; auffallend ist jedoch das ganze Gebahren des Thieres, welches deutlich für eine Beeinträchtigung der intellectuellen Sphäre spricht. Das Thier wird täglich dümmer, waren die bezeichnenden Worte des mit der Pflege beauftragten Institutsdieners.

Inzwischen hatte der Hund von dem ihm vorgesetzten zinnhaltigen Futter so wenig zu sich genommen, dass es häufiger nothwendig geworden war ihm zinnfreie Nahrung zu geben.

Am 12. Februar, zu welcher Zeit das Gewicht auf 6990 grm gesunken ist, wird, da das Thier das zinnhaltige Futter fast gar nicht mehr berührt, die demselben beigefügte Zinnmenge auf die Hälfte reducirt, worauf das Thier diese Nahrung wieder williger nimmt, so dass die Darreichung zinnfreien Futters unterbleiben kann. Erbrechen wird jetzt gar nicht mehr beobachtet. Sein Gewicht hat sich am 19. Februar wieder auf 7100 grm gehoben.

Wiewohl aber das Thier jetzt seinem Gewicht entsprechend mindestens die gleiche Nahrungsmenge zu sich nimmt, wie die anderen auf dem Hofe befindlichen Hunde, so magert es doch immer mehr ab; am 2. März, an welchem Tage es krepirt, beträgt sein Gewicht nur noch 6350 grm.

Die Lähmungserscheinungen hatten in den letzten Wochen so zugenommen, dass das Thier sich nur noch langsam und mit Mühe weiter schleppen konnte, wobei es häufiger auf die Seite fiel. Auch schien nun die Sensibilität der Extremitäten herabgesetzt zu sein, doch hielt es schwer, sich hierüber bei dem in hohem Grade indolent gewordenen Thiere ein bestimmtes Urtheil zu bilden. Die Sehnenreflexe waren nicht deutlich verändert. Die letzten zwei Tage hatte es sein Lager nicht verlassen; von der ihm vorgesetzten Nahrung hatte es indessen etwas, wenn auch wenig, noch am Morgen des letzten Tages gefressen. Nachmittags wurde das Thier todt aufgefunden, ohne dass einige Stunden vorher, ausser den vorerwähnten hochgradigen Lähmungserscheinungen andere auffallende Symptome beobachtet worden wären.

Die Section des Thieres ergiebt: Nur geringer Panniculus adiposus, ziemliche Blutleere des Cadavers. Der Magen und Darmtractus erscheinen vollkommen normal bis auf eine graubraune Pigmentirung der Schleimhaut des Blinddarms und der tieferen Partien des Krummdarms, sowie eine Schwellung vieler solitärer Follikeln und einzelner Peyer'schen Plaques. Namentlich sind keine Zeichen einer entzündlichen Reizung vorhanden. Einzelne Mesenterialdrüsen sind leicht geschwellt.

Im Uebrigen ergiebt die Obduction des Thieres nichts Bemerkenswerthes, namentlich lassen Gehirn und Rückenmark nichts Pathologisches erkennen.

In diesem Versuche war durch längere Zeit fortgesetzte Darreichung des weinsauren Zinnoxydulnatrium per os schliesslich das gleiche Krankheitsbild erzielt worden, wie in den Versuchen, in welchen das Präparat durch subcutane Injection dem Organismus einverleibt worden war. Wie in jenen Versuchen, so traten auch hier Störungen der Motilität ein, welche allmählich sich weiter ausbreitend und an Intensität zunehmend schliesslich zur hochgradigen Lähmung führten. Das ganze Krankheitsbild sprach dabei zu Gunsten der Annahme, dass es sich um Functionsstörungen des Centralnervensystems handele. Als Zeichen einer Erkrankung der nervösen Centralorgane machte sich auch in diesem Versuche die bereits in Versuch 13 beobachtete Störung im Bereich der intellectuellen Sphäre bemerklich. Nervöse Reizerscheinungen traten in diesem Versuche ebensowenig auf, wie in den Versuchen mittelst subcutaner In-

jection, in welchen nur kleinere Einzeldosen dem Säftekreislauf zugeführt wurden. Nächst den Lähmungserscheinungen fällt auch in diesem Versuche wiederum die hochgradige Ernährungsstörung besonders ins Auge. Lässt auch das Thier häufig das ihm vorgesetzte mit dem Zinnsalz vermischte reichliche Futter zum Theil stehen, so war doch, zumal zeitweise noch zinnfreies Futter dargereicht wurde, die Nahrungsaufnahme immer noch eine so grosse, dass nicht etwa die verminderte Nahrungsaufnahme allein für die Abmagerung und die Blutleere des Körpers verantwortlich gemacht werden darf. Wie in den Versuchen mittelst subcutaner Injection muss auch hier die Ernährungsstörung zum Theil wenigstens auf eine directe Einwirkung des zur Resorption gelangten Zinns zurückgeführt werden. Hervorzuheben ist, dass trotz der so lange Zeit durchgeführten Zinnzufuhr gröbere Störungen des Digestionsapparates nicht zur Beobachtung gelangten, und sich auch bei der Obduction keine Zeichen einer Läsion des Verdauungstractus vorfanden. Trat doch das Erbrechen, von dem es zudem noch fraglich, ob es nicht auf eine centrale Störung zurückzuführen ist, nur zeitweise auf, und machte sich doch die mangelnde Fresslust nur dem zinnhaltigen Futter gegenüber geltend; beschränkten sich doch fernerhin die Veränderungen des Magendarm-Tractus auf jene Pigmentablagerung in der Schleimhaut einzelner Darmpartien. Die vorsichtige und ganz allmähliche Steigerung der Dosen erzielte offenbar in diesem Versuche eine solche Angewöhnung des Verdauungsapparates an das Zinnsalz, dass auch späterhin die grösseren Mengen desselben gut vertragen wurden.

Die Zeitdauer, welche in diesem Versuche von Beginn der Zinndarreichung bis zum Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen und von da an wieder bis zum Exitus lethalis verfloss, ist freilich eine ausserordentliche grosse. Beinahe 12 Monate hatte es gedauert, ehe sich die ersten deutlichen Intoxicationserscheinungen bemerklich machten, und erst nach weiteren 4 Monaten hatte die Intoxication den Tod im Gefolge. Im Ganzen war das Zinn während 478 Tagen verabreicht worden, auch war die Menge des dem Futter beigemischten Zinnsalzes zeitweise eine recht bedeutende; doch ist hierbei zu berücksichtigen, dass das Thier doch meist nur einen Theil des ihm vorgesetzten zinnhaltigen Futters verzehrte, ja dasselbe Tage lang kaum berührte.

III. Versuch mit Darreichung von Zinnchlorür in Milch.

Sodann machten wir noch einen weiteren Versuch mit Darreichung des Zinns per os, indem wir einem Hunde eine Lösung von Zinnchlorür in Milch darreichten. Durch die Vermischung einer dünnen Zinnchlorürlösung mit einer grösseren Menge Milch verliert dieses Zinnsalz, wie

bereits Orfila[1] constatirte, seine ätzenden Eigenschaften. Ehe wir zu dem nachfolgenden Versuche am Hunde schritten, überzeugten wir uns von dieser Thatsache dadurch, dass wir einem Kaninchen eine Mischung von 0,5 Zinnchlorür und 30 ccm Milch mittelst Schlundsonde in den Magen brachten. Das Thier zeigte am anderen Morgen keine Krankheitserscheinungen, und erschien auch bei der anatomischen Untersuchung der Magendarmtractus völlig intact.

Versuch 30.

Ein 4400 grm schwerer Hund erhält vom 2. Mai an zweimal täglich eine Mischung von Zinnchlorür und Milch unter das Futter gerührt.

Zu Anfang des Versuches beträgt die jemalige Dosis 0,02 grm Zinn und steigt täglich um 0,005 grm. In den ersten Tagen verträgt das Thier diese Mischung ohne jede Störung und frisst sein Futter begierig auf; erst als die Dosis auf 0.08 grm gestiegen war, stellt sich Erbrechen ein, welches jedoch nur selten auftritt, und wobei nur eine geringe Menge des Verzehrten wieder entleert wird; die Fresslust ist dabei unvermindert.

Am 21. Tage, an welchem die jedesmalige Dosis auf 0·12 grm gestiegen, hat das Thier mehrmals stark flüssige Stuhlentleerung; auch zeigt sich an diesem Tage eine stark verminderte Fresslust; diese Erscheinungen haben jedoch bereits am anderen Tage wieder normalem Verhalten Platz gemacht.

Einige Tage hindurch wird jetzt die Dosis nicht weiter vermehrt und erst am 26. Tage wird wieder mit der täglichen Steigerung begonnen, so dass das Thier am 52. Tage pro die 0·5 grm Zinn erhält; sein Gewicht beträgt an diesem Tage 5530 grm.

Es stellt sich jetzt ein hochgradiger Widerwille gegen die mit Zinn versetzte Nahrung ein, so dass der Hund dieselbe kaum berührt, während er nach sonstigem Futter begierig schnappt. Nachdem er zwei Tage lang andere Nahrung nicht erhalten hat, bequemt er sich wieder das zinnhaltige Futter zu nehmen; die Dosis wird zunächst nicht gesteigert.

Am 10. Juli stellten sich wiederum Erbrechen und verminderte Fresslust ein; jedoch verlieren sich diese beiden Erscheinungen schon nach einigen Tagen und zeigt das Thier wieder volles Wohlbefinden. Das Gewicht des Thieres ist am 2. August auf 6050 grm gestiegen.

Vom 12. August an wird die Dosis wieder langsam gesteigert, so dass das Thier am 22. August 0·6 grm Zinn erhält. Da an diesem Tage wieder Erbrechen eintritt wird die jedesmalige Dosis nicht weiter vermehrt.

Ende August lassen sich an dem Thiere Symptome beginnender Lähmung der Hinterbeine bemerken; dieselben erscheinen namentlich beim langsamen Gehen des Thieres steif und weniger gelenkig und werden wenig vom Boden erhoben. Auch scheinen die Sehnenreflexe an denselben leichter zu Stande zu kommen; die Musculatur derselben erscheint gespannt. Der Gang des Thieres ist ein weniger elastischer und flotter, als früher. Bei fortgesetzter Zinnzufuhr — pro Tag etwa 0·6 grm — die, wenn sich auch ab und zu einmal verminderte Fresslust einstellt, von dem Verdauungstractus des Thieres ganz gut vertragen

[1] A. a. O.

wird, zeigt sich in den nächsten Monaten kaum eine Zunahme der Lähmungserscheinungen. Der Ernährungszustand des Thieres bleibt ein guter, am 28. November 1884 beträgt sein Gewicht 6010 grm.

Erst im Januar 1885 haben die Lähmungserscheinungen eine deutliche Zunahme erfahren. Auch die Vorderbeine erscheinen jetzt weniger gelenkig und in ihren Bewegungen steifer. Ueberhaupt sind die Bewegungen des Thieres im Gegensatz zu früher eckig und schwerfällig, was besonders beim langsamen Dahinschreiten bemerkbar wird, beim Laufen jedoch weniger auffällig ist. Dabei sind jedoch die Erscheinungen nicht immer die gleichen, vielmehr sind sie an einem Tage sofort in die Augen fallend, während sie am anderen erst bei genauerer Beobachtung wahrgenommen werden. Eine weitere Zunahme in der Erregbarkeit der Sehnenreflexe ist nicht zu constatiren.

Trotz guter Fresslust erfährt von jetzt an der Ernährungszustand des Thieres eine Abnahme. Am 18. Februar beträgt das Gewicht des Thieres nur mehr 4950 grm. Um diese Zeit stellt sich wiederum grosser Widerwille gegen die mit Zinn versetzte Nahrung ein, so dass der Hund an manchen Tagen nichts davon nehmen will und deshalb anderweitig gefüttert werden muss.

Es wird deshalb der Zinngehalt der Nahrung bedeutend reducirt, so dass der Hund von jetzt an nur noch 0·2 bis 0·3 grm Zinn in seiner Nahrung vorgesetzt erhält.

Eine Zunahme der Lähmung oder anderweitige Krankheitserscheinungen lassen sich in der nächsten Zeit nicht constatiren. Erst im April gewinnt es den Anschein, als ob die Lähmung eine Zunahme erfahren habe, ohne dass sich jedoch ein erheblich eklatanteres Krankheitsbild darbietet. Jedoch ist der Hund um Vieles träger geworden, so dass er, während er früher fortwährend auf dem Hofe umherlief, jetzt meist still in seiner Hütte liegt. Erwähnenswerth ist noch, dass der Hund, wenn er sein Lager verlässt, eine grosse Menge Urin auf einmal entleert, wobei offenbar die Entleerung mit Schwierigkeit verknüpft ist und verhältnissmässig lange Zeit in Anspruch nimmt.

Ende Juni kann der Hund sich nur noch langsam und mit Mühe vorwärts bewegen. Sein Gang ist ein eigenthümlich eckiger und steifer, auch taumelt er hin und her. Er ist jetzt in seinen Bewegungen so gehindert, dass er eine zu seinem Stall führende Stufe nicht mehr übersteigen kann. Treibt man ihn zum Laufen an, so fällt er um. Die Sehnenreflexe der hinteren Extremitäten haben eine weitere Steigerung nicht erfahren. Die Sensibilität lässt keine eklatanten Veränderungen erkennen. Das Futter sucht er jetzt nicht mehr auf, frisst jedoch, wenn man es ihm direct vorstellt. Ab und zu zeigt sich jetzt wieder Erbrechen. Eine Beeinträchtigung der intellectuellen Sphäre ist auch bei diesem Thiere deutlich zu beobachten.

Die Lähmungserscheinungen nehmen in den nächsten Wochen langsam zu, am 16. Juli kann sich das Thier nicht mehr von seinem Lager erheben und fällt bei desfallsigen Versuchen sofort um; das zinnhaltige Futter verschmäht es jetzt vollkommen, nimmt aber noch zinnfreie Nahrungsmittel zu sich. Am Morgen des 19. Juli wird das Thier todt aufgefunden.

Die Section des 4340 grm schweren Cadavers ergiebt: sehr geringer Fettgehalt, Blutarmuth in mässigem Grade. Die Schleimhaut in den tieferen Partien des Dünndarms, des Blinddarms und des aufsteigenden Theiles des Dickdarms ist graubraun pigmentirt. Einzelne Peyer'sche Plaques und solitäre Follikeln sind leicht geschwellt und braun verfärbt. Im Uebrigen lassen weder Speise-

röhre noch Magen und Darm irgend welche Veränderung erkennen, welche auf eine stattgehabte Anätzung oder stärkere entzündliche Reizung hindeuteten. Auch sonst ergiebt der Obductionsbefund nichts Bemerkenswerthes; namentlich erscheinen Gehirn und Rückenmark bei der mikroskopischen Betrachtung unverändert.

Auch bei diesem Thiere waren also wiederum im Gefolge der Zinnzufuhr per os Störungen der Motilität, Beeinträchtigung des Sensorium commune und hochgradige Ernährungsstörung eingetreten, und war das Thier schliesslich unter Zunahme dieser Erscheinungen zu Grunde gegangen. Dafür, dass der Digestionsapparat in erheblicher Weise in Mitleidenschaft gezogen worden wäre, sprechen weder bestimmte Krankheitserscheinungen, noch ergab hierfür die Obduction einen Anhaltspunkt. Die braune Pigmentirung einzelner Partien der Darmschleimhaut fand sich auch wieder bei diesem Thiere. Sonst ergab die Section ausser hochgradiger Abmagerung nichts Bemerkenswerthes. Wenn das Gewicht des Thieres schliesslich noch 4340 grm gegen 4400 grm im Beginn des Versuches betrug, so ist zu berücksichtigen, dass das Thier noch nicht ausgewachsen war und dass sein Gewicht im Verlauf des Versuches auf 6050 grm gestiegen war. Recht lange Zeit hat freilich auch dieses Thier der toxischen Wirkung des Zinn widerstanden. Erst am 443. Tage nach Beginn der Zinnverabreichung crepirte der Hund. Diese lange Zeitdauer ist, wenn sie auch kürzer ist, als die in dem vorhergehenden Versuche, doch auffallend, weil sich bereits nach vier Monaten die ersten Erscheinungen einer Störung der Motilität bemerklich gemacht hatten. Auch in diesem Versuche, in welchem in vorsichtiger Weise durch langsam ansteigende Dosen eine allmähliche Angewöhnung an die Metalllösung erstrebt wurde, war die Höhe, bis zu welcher schliesslich die pro die vorgesetzte Zinnmenge gelangt war, eine recht bedeutende.

Durch die beiden letzten Versuche war der experimentelle Nachweis erbracht, dass auch durch nicht metallorganische, dem Organismus per os zugeführte Zinnverbindungen, wenn dieselben nur längere Zeit hindurch verabreicht worden, schliesslich eine Allgemeinintoxication und in deren Gefolge der Tod herbeigeführt wird. Der Umstand, dass in beiden Versuchen die Zeitdauer, während welcher das Zinn verabreicht wurde, eine so grosse war und die Menge des verbrauchten Zinns zeitweise eine solche Höhe erreichte, könnte nun die Anschauung wachrufen, dass doch die toxische Wirkung des per os verabreichten Zinns eine geringe sei im Vergleich mit der Wirkung anderer Metalle und insbesondere der des Blei. Würde man einfach die Zeitdauer, welche in den älteren Versuchen über die toxische Wirkung der in den Magen der Versuchsthiere gebrachten

Bleipräparate zur Erzielung einer Vergiftung erforderlich war, mit der Zeitdauer unserer Versuche vergleichen, so könnte freilich die deletäre Wirkung des Zinns als eine bedeutend schwächere erscheinen. Sah doch z. B. Heubel[1] bei seinen Versuchshunden, welchen er täglich 0,3—0,6 grm essigsaures Bleioxyd per os verabfolgte, schon in 5—9 Wochen den Tod eintreten. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass in diesen Versuchen direct mit der Darreichung von mindestens 0,3 des Bleisalzes begonnen wurde, und so jene von Kobert mit Recht verlangte allmähliche Angewöhnung der Schleimhaut des Magendarmtractus nicht vorausging. Dahingegen trat in einem Versuche an einem Hunde, dem v. Wyss[2] das Plumbum acetic. neutrale, mit Dosen von 0,02 grm beginnend und langsam steigend bis 0,6 grm, unter die Nahrung mischte, erst am 334. Tage der Tod ein, nachdem sich erst kurz vor dem Tode eclamptische Convulsionen eingestellt hatten, Lähmungserscheinungen aber gar nicht zur Beobachtung gelangt waren.

Auch in Versuchen, welche mit Darreichung anderer schwerer Metalle per os unternommen wurden, kam es nur dann in verhältnissmässig kurzer Zeit zur Intoxication, wenn von Anfang an grössere Dosen unvorbereiteten Thieren verabreicht wurden. Offenbar zu weit gehen aber diejenigen, welche geradezu den Satz aussprechen, dass, wenn nur Magen und Darm langsam an die Metalle gewöhnt würden, eine Intoxication überhaupt nicht eintreten könne. Beschränkt man sich freilich darauf, die Metallpräparate alsdann nur Wochen, oder selbst einige Monate lang darzureichen, und nimmt man, wenn sich bis dahin keine krankhaften Erscheinungen zeigen, ohne Weiteres von der Weiterführung des Versuches Abstand, so kann man zu einer solchen Anschauung gelangen. Berücksichtigt man aber, dass bei einer derartigen Verabfolgung der Metallpräparate jedenfalls nur geringe Mengen derselben zur Resorption und in den Säftekreislauf gelangen, dass also, wie ja auch unsere obigen Versuche mit der subcutanen Injection kleiner Mengen des Metalls darthun, schon dieserhalb lange Zeit vergehen muss, bis es zu toxischen Erscheinungen kommt, und setzt man die Darreichung des Metallpräparates consequent fort, so wird man sich schliesslich doch noch von der Möglichkeit einer Intoxication durch Aufnahme des betreffenden Metalls per os überzeugen können. Jedenfalls war es nicht richtig, wenn White einen Versuch mit Darreichung des Zinns per os schon nach 20 Tagen abbricht und sich auf Grund dieses Versuches gegen die Möglichkeit einer chronischen Zinnintoxication vom Magen aus ausspricht. Von Interesse dürfte es noch sein, zu erörtern, ob die in vorstehenden Versuchen beschriebenen

[1] Heubel, *Pathogenese und Symptome der chron. Bleivergiftung.* Berlin 1871.

[2] H. v. Wyss, Beitrag zur Kenntniss der Blutvergiftung. Virchow's *Archiv.* Bd. XVII. Hft. 2.

chronischen Zinnvergiftungen aus einer allmählichen Anhäufung des Metalls im Körper resultiren, oder ob dieselben die schliessliche Folge der sich immer wiederholenden Einwirkung der kleinen an die Gewebe herantretenden Metallmengen seien. Wir können diese Frage nicht mit Bestimmtheit entscheiden, doch können wir auf Grund der in Versuch 3 und Versuch 11 vorgenommenen Analysen des Harns und Koths und der in Versuch 11, 27 und 28 ausgeführten Analysen verschiedener Organe uns dahin aussprechen, dass eine erhebliche Anhäufung des Metalls nicht wahrscheinlich ist. Wie die Untersuchungen des Harns und des Koths ergeben haben, gelangt der bei Weitem grösste Theil des Zinns durch diese Excrete zur Ausscheidung.

Im Gegensatz zur Bleivergiftung sind bei dieser Ausscheidung die Nieren besonders stark betheiligt und zwar ohne selbst erkrankt zu sein und etwa das Metall an Eiweiss gebunden auszuscheiden.

Nachdem wir im Vorstehenden den Nachweis geliefert, dass das Zinn ein dem Organismus durchaus nicht indifferentes Metall bildet, nachdem wir den Nachweis geliefert, dass durch die längere Zeit fortgesetzte Aufnahme selbst kleinster Mengen Zinn in den Säftekreislauf eine chronische Intoxication erfolgen kann, nachdem wir vor Allem den Nachweis erbracht haben, dass eine solche chronische Zinnvergiftung auch durch Aufnahme des Zinns per os erfolgen kann, glauben wir die Frage, welche die Veranlassung zu vorstehenden experimentellen Untersuchungen gab, nämlich die Frage, ob durch den Genuss zinnhaltiger Conserven, abgesehen von einer etwaigen Localwirkung, eine Allgemeinintoxication, eine chronische Zinnvergiftung erfolgen könne, bejahen zu müssen.

Wollen wir nicht annehmen, dass der menschliche Organismus gegenüber der toxischen Wirkung des in den Säftekreislauf aufgenommenen Zinns weniger empfindlich sei, als der unserer Versuchsthiere, namentlich der Hunde und Katzen, so müssen wir die Möglichkeit einer Allgemeinintoxication durch den Genuss zinnhaltiger Conserven zugeben.

Die Annahme, dass das Zinn für den menschlichen Organismus weniger giftig sei, als für jene Thiere, würde aber unseren Anschauungen in Betreff der Toxicologie der schweren Metalle widersprechen. Eher noch können wir voraussetzen, dass der höher organisirte Mensch mit seinem empfindlicheren Nervensystem in höherem Grade auf die toxische Wirkung des Zinns reagiren, dass er leichter erkranken wird, als jene Versuchsthiere. Dass ein Theil des in den Conserven enthaltenen Zinns wirklich in den Säftekreislauf aufgenommen wird, lehren uns die oben erwähnten Analysen des nach dem Genusse zinnhaltiger Conserven ent-

leerten Urins. Die Mengen des zur Resorption gelangten Zinns müssen wir freilich, wenn wir die Menge des in jenen Fällen im Urin nachgewiesenen Zinns mit der Menge des in den Versuchen 3 und 11 durch den Harn zur Ausscheidung gelangten Zinns vergleichen, als nicht sehr bedeutende taxiren; berücksichtigen wir aber, dass, wie unsere Thierversuche ergaben, selbst kleinste Mengen Zinn, wenn sie nur längere Zeit hindurch zur Aufnahme in den Säftekreislauf gelangen, schliesslich eine Allgemeinwirkung auf den Organismus auszuüben vermögen, so können wir die Möglichkeit einer chronischen Zinnintoxication durch solche Conserven nicht bezweifeln. Diese Möglichkeit zu leugnen dürfte um so weniger gerechtfertigt sein, als ein analoges Verhalten bei anderen Metallvergiftungen als feststehend anerkannt wird. So gilt es z. B. als eine nicht anzuzweifelnde Thatsache, dass Blei, Kupfer und Arsen bei genügend lang fortgesetzter Einfuhr, selbst in denkbar kleinster Dosis schliesslich eine Vergiftung zur Folge haben können.

Aus dem Gesagten ergiebt sich wohl zur Genüge, dass, wenn wir hier den Satz aufstellen, der Genuss zinnhaltiger Conserven könne zu einer Allgemeinintoxication führen, wir nicht etwa in dem zeitweisen Genusse eines einer verzinnten Conservebüchse entnommenen Gerichts schon eine besondere Gefahr für die Gesundheit erblicken. Sehen wir von der Möglichkeit einer Erkrankung des Intestinaltractus durch eine etwaige ätzende Wirkung eines in Lösung gebliebenen Zinnsalzes ab, so wird der Gebrauch in verzinnten Büchsen conservirter Nahrungsmittel in dem Umfange, in welchem er bis jetzt wenigstens in den Haushaltungen üblich ist, kaum eine besondere Gefahr bedingen. Es wird kaum ein Schaden davon zu erwarten sein, wenn ab und zu eine derartige zinnhaltige Speise auf den Tisch kommt. Wohl aber kann es nicht gleichgiltig erscheinen, wenn derartige zinnhaltige Conserven in grösserem Umfange zur Ernährung herangezogen werden.

Schon jetzt aber beginnen diese Conserven eine grössere Rolle in der Ernährung auch der grösseren Masse zu spielen. Die mannigfaltigsten Nahrungs- und Genussmittel werden heute in dieser Weise conservirt, und auf einen wie grossen Consum dieser Conserven gerechnet wird, können wir aus der Zahl der in Thätigkeit getretenen Fabriken und dem Umfang ihrer Thätigkeit schliessen. Vor Allem aber müssen wir eine Gefahr darin erblicken, die Verpflegung auf grösseren Seereisen, auf länger andauernden Expeditionen, oder die Verpflegung der Truppen im Felde in ausgedehntem Maasse durch solche zinnhaltigen Conserven zu bewirken. Gerade hier, wo die gewaltigen Strapatzen und die mannigfachen Schädlichkeiten, welchen die Individuen ausgesetzt sind, schon an und für sich die Gesundheit zu erschüttern und den Organismus weniger widerstandsfähig zu

machen geeignet sind, dürfte sich der schädliche Einfluss einer längere Zeit fortgesetzten Zinnzufuhr erst recht geltend machen können.

Wie kommt es aber, dass sich die Möglichkeit einer solchen Schädigung der Gesundheit durch zinnhaltige Conserven bis heute dem ärztlichen Bewusstsein entziehen konnte; wie kommt es, dass bis heute keine ärztliche Beobachtung vorliegt, welche auf eine derartige schädliche Einwirkung hinweist?

Die Erklärung hierfür liegt nahe. Zunächst ist zu berücksichtigen, dass man erst jetzt anfängt, von diesen Conserven einen ausgedehnteren Gebrauch zu machen und sie zur Verpflegung grösserer Massen zu verwerthen. Gerade dort aber, wo man vielleicht bis jetzt diese Conserven in grösserem Maassstabe verwendet hat, auf grösseren Expeditionen etc., sind, wie wir bereits oben erwähnten, für eine Schädigung der Gesundheit so mannigfache andere Ursachen vorhanden, dass man etwaige durch die Zinnaufnahme veranlasste Krankheitserscheinungen jedenfalls eher auf diese bekannten Schädlichkeiten zurückzuführen geneigt war, als an die Möglichkeit einer Metallvergiftung durch die Conserven zu denken. Sodann ist zu berücksichtigen, dass doch gerade dort, wenn überhaupt ärztliche Hülfe zugegen war, von einer exakten Krankenbeobachtung nicht die Rede sein konnte. Bedenken wir fernerhin, wie oft selbst durch genauer bekannte Intoxicationen herbeigeführte Krankheitserscheinungen lange Zeit verkannt werden, bis vielleicht ein Zufall die wirkliche Krankheitsursache aufdeckt, so werden wir kaum erwarten dürfen, dass der Arzt, dem bis heute der Gedanke an die Möglichkeit eines durch zinnhaltige Conserven verschuldeten chronischen Leidens durchaus fern liegen musste, ein derartiges Leiden richtig gedeutet hätte. Wir werden uns um so weniger verwundern dürfen, dass bis heute eine etwaige Zinnvergiftung als solche nicht erkannt worden ist, wenn wir bedenken, dass eine solche Vergiftung sich ja nicht direct durch so schwere Krankheiterscheinungen äussern muss, wie wir sie schliesslich bei unseren Versuchsthieren auftreten sahen. Zu solch schweren Endformen der Intoxication wird es ja nur ausnahmsweise kommen, es werden also wahrscheinlich weniger jene schweren Lähmungserscheinungen oder jene tiefe Beeinträchtigung der sensoriellen Sphäre, oder jene schweren Ernährungsstörungen sein, welche die Aufmerksamkeit auf sich ziehen könnten, als leichtere nervöse Störungen, geringe Beeinträchtigung der Motilität, leichte Eingenommenheit des Sensoriums, ein Daniederliegen der Kräfte, mässig starke Abmagerung, Blutarmuth und andere mehr unbestimmte Krankheitserscheinungen, wie wir sie auch bei den leichteren Formen der anderen chronischen Metall-Intoxicationen antreffen.

Wenn wir es aber auch erklärlich finden, dass bis jetzt eine durch zinn-

haltige Conserven herbeigeführte chronische Allgemeinvergiftung ärztlicherseits nicht beobachtet resp. veröffentlicht worden ist, so könnte es doch noch immer auffallend erscheinen, dass sich in der neueren praktischen Medicin eine Zinnintoxication überhaupt trotz der vielfachen Verwendung zinnener oder verzinnter Gefässe und Geräthe, nicht erwähnt findet. Der Grund hierfür dürfte zum Theil wenigstens in dem Umstande zu suchen sein, dass man bei Erscheinungen einer Intoxication in der Ueberzeugung, das Zinn sei ein ungiftiges, harmloses Metall, eher geneigt war, alle anderen Möglichkeiten ins Auge zu fassen, als das Zinn zu beschuldigen. Vor Allem war man bisher viel zu sehr geneigt, beim Verdacht einer durch solche Gefässe bewirkten Intoxication die anderen Metalle, welche, wie Blei, Kupfer, Antimon, Arsen häufig eine ursprüngliche Verunreinigung des Zinns bilden, oder demselben behufs Herstellung einer Legirung beigemischt sind, als Ursache der Vergiftungserscheinungen anzusprechen, während man das Zinn ganz ausser Frage liess. Namentlich kann man beobachten, dass dort, wo die Symptome an eine Intoxication denken lassen, und auch nur die geringste Möglichkeit einer Aufnahme von Blei vorliegt, fast stets nur das Stichwort „Bleivergiftung" fällt, während das gleichzeitig und in viel grösserer Menge vorhandene Zinn gar nicht in Betracht gezogen wird. So wird auch in verschiedenen Mittheilungen aus neuester Zeit über acute Vergiftungserscheinungen durch den Inhalt von verzinnten Conservenbüchsen nur die Möglichkeit einer Bleivergiftung durch das beim Löthen benutzte Blei, oder die einer fauligen Zersetzung der Conserven in Erwägung gezogen.

Müssen wir aber auch in dem längere Zeit hindurch fortgesetzten ausgiebigen Gebrauch der in verzinnten Blechbüchsen conservirten Nahrungsmittel eine der Gesundheit drohende Gefahr erblicken, so dürfen wir doch nicht so weit gehen, alle in jenen Büchsen aufbewahrten Nahrungsmittel ohne weitere Unterscheidung als gleich schädlich anzusehen. Wir dürfen nicht ausser Acht lassen, dass, wie ja auch die in unserer ersten Abhandlung mitgetheilten Analysen ergeben haben, die Menge des in die Speisen aufgenommenen Zinns eine so sehr verschiedene sein kann, und dass sowohl die verschiedene Beschaffenheit der Nahrungsmittel als auch die Art ihrer Zubereitung aller Wahrscheinlichkeit nach eine grosse Differenz im Zinngehalt derselben bedingen können. So liegt die Vermuthung nahe, dass die sauren Speisen besonders leicht und in besonders hohem Grade zinnhaltig werden. Besonders nachtheilig muss aber in dieser Hinsicht der Zusatz von freier Säure wirken, da ja wie oben erwähnt, das Zinn selbst durch verdünnte organische Säuren angegriffen und in Lösung gebracht wird. Wie Herr Prof. F. Hofmann uns mitzutheilen die Güte hatte, werden aber gerade in neuerer Zeit den Con-

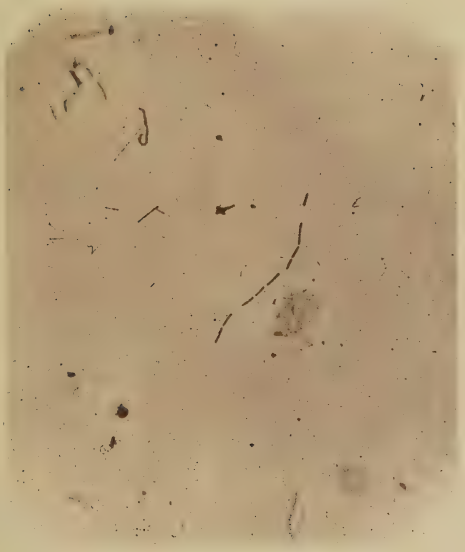
serven häufig organische Säuren, namentlich Weinsäure, zum Zwecke der Fernhaltung von Spaltpilzen zugesetzt. Dieses Verfahren soll besonders beim Conserviren von Früchten und Gemüsen in den letzten Jahren häufiger geworden sein, da bei Zusatz der Weinsäure, deren Geschmack durch Zucker resp. Kochsalz leicht verdeckt werden kann, schon ein nur kürzere Zeit dauerndes Kochen die Fäulnisserreger vernichte, und so das Aussehen und die Form der Früchte und Gemüse besser erhalten werden könnten. Auch ein stärkerer Kochsalz- oder Salpeter-Gehalt des Büchsen-Inhaltes oder ein stärkerer Zusatz von Alkalien werden, wie wir aus den Untersuchungen Wagner's über die Angreifbarkeit des Zinns schliessen müssen, leicht eine grössere Menge Zinn in Lösung bringen und so wahrscheinlich einen grösseren Zinngehalt der Conserven veranlassen. Welche Conserven vorzugsweise einen höheren Zinngehalt aufweisen und bei welcher Behandlungsweise der zu conservirenden Nahrungsmittel und unter welch' anderweitigen Bedingungen ein solch höherer Zinngehalt sich vorfindet, muss durch ausgedehntere und zahlreichere Analysen erforscht werden.

Solche Untersuchungen in dem erforderlichen Umfange anzustellen, übersteigt unsere Kräfte, es dürfte dies mehr Sache solcher Institute sein, welchen die Aufgabe zuertheilt ist, derartige die öffentliche Gesundheitspflege betreffende Fragen zu erforschen und zu bearbeiten und welche über die hierzu nöthigen Mittel verfügen. Eine genauere Unterscheidung solcher Conserven, welche durch ihren hohen Zinngehalt der Gesundheit schädlich werden können, von denen, welche unbeanstandet längere Zeit hindurch genossen werden dürfen, ist aber erforderlich, wenn wir nicht so weit gehen wollen, von der Benutzung der verzinnten Conservenbüchsen gänzlich Abstand zu nehmen. Diese Büchsen besitzen jedoch andererseits so viele Vortheile, und sind so schwer zu ersetzen, dass man sich nur schwer entschliessen wird, sie ganz aufzugeben. In der Haushaltung mögen gläserne Gefässe, oder aus Steingut angefertigte Kruken an Stelle der verzinnten Büchsen mit Vortheil verwandt werden, dort wo ein längerer Transport in Frage kommt, sind sie ihrer Zerbrechlichkeit wegen auszuschliessen. Gerade in der Möglichkeit, die Conserven auf längeren Transporten ohne besonders schonende Behandlung mit sich führen zu können, beruht aber zum Theil die grosse Bedeutung, welche dieselben in neuerer Zeit erlangt haben. So lange also die Technik nicht gleich haltbare und ohne erheblich grössere Kosten herzustellende zweckdienliche Conservengefässe zu liefern vermag, wird man die aus verzinntem Eisenblech hergestellten Conserven-Büchsen kaum entbehren können. Will man sie aber weiterhin benutzen, so möge man nach Möglichkeit darauf Rücksicht nehmen, dass der Inhalt derselben den Zinn-Belag nicht allzusehr angreife und auflöse.

Was in Vorstehendem in Bezug auf das Conserviren der Nahrungs- und Genussmittel in verzinnten Blechbüchsen gesagt wurde, hat auch Gültigkeit für das Aufbewahren von Speisen und Getränken in anderen zinnernen oder verzinnten Gefässen. Ein längeres Aufbewahren solcher Speisen und Getränke, welche das Zinn in erheblicherem Grade anzugreifen vermögen, in diesen Gefässen wird also zu vermeiden sein; namentlich scheint es nicht rathsam, sauere Getränke in zinnernen oder verzinnten Gefässen aufzubewahren.

Die in dieser Arbeit erwähnten Untersuchungen durften wir im pharmacologischen Institut der Universität Bonn ausführen. Für die gütig ertheilte Erlaubniss sprechen wir Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Binz auch an dieser Stelle unseren Dank aus!

I.



II.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

LICHTDRUCK V. RÖMMLER U. JONAS, DRESDEN.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Zur Casuistik und Aetiologie der Hadernkrankheit.

Von

Dr. med. H. Krannhals,
dirig. Arzt und Prosector am allgemeinen Krankenhause zu Riga.

(Hierzu Taf. II.)

Die sogenannte „Hadernkrankheit" ist eine erst seit neuerer Zeit bekannte und nicht häufig beobachtete Krankheit. Zu Beginn der siebziger Jahre wurde man auf mehrfach sich wiederholende unerwartete Sterbefälle aufmerksam, welche sich unter den Arbeitern der Maschinenpapierfabriken ereigneten. Die ersten derartigen Erkrankungen sind in der Papierfabrik Schlöglmühl (Nieder-Oesterreich) beobachtet worden und betrafen vorzüglich Arbeiterinnen derjenigen Räume, in welchen die Lumpen, Hadern durch Zerkleinern, Befreien von anhaftenden Schmutztheilen u. s. w. zur Verarbeitung vorbereitet werden. Als das schädliche Agens sah man den sich bei diesen Manipulationen in grossen Mengen entwickelnden Staub — Hadernstaub — an. Neben Conjunctivitiden, chronischen und acuten Nasen-, Rachen-, Luftröhren- und Magenkatarrhen rief speciell die reichliche Inhalation dieses Staubes mitunter ernstere und gefährlichere Krankheitsprocesse hervor — „Staubstechen", „Staubsticken" („Asthma pulverulentum"), „Blutsticken" („Asthma sanguineum") u. s. w. u. s. w.; — Erkrankungen, die zuerst von Reitböck eingehend geschildert wurden.[1]

Späterhin sonderte man aus den verschiedenartigen durch Inhalation von Hadernstaub hervorgerufenen Affectionen eine als die bösartigste aus welche man als „Hadernkrankheit" bezeichnete, und die unter dem Bilde einer acuten Infectionskrankheit verlief.

Die Symptomatologie dieser Krankheit, sowie den Leichenbefund bei

[1] Citirt nach Kraus und Pichler, *Wörterbuch der Staatsarzneikunde.* 1877. Bd. III. S. 195 ff.

derselben schildert Soyka,[1] einem Erlasse des österreichischen Ministerium vom 2. October 1878 folgend, folgendermaassen:

„Sie beginnt häufig ohne bedeutende Vorboten — nur selten mit einem Schüttelfroste — meist nur mit Mattigkeit, Abgeschlagenheit und einem schmerzhaften Druck im Magen. Athembeschwerden fehlten nie, welche in Verbindung mit einer bald sich einstellenden Dämpfung des Perkussionsschalles über der (häufiger linken) Lunge und mit Rasselgeräuschen wohl die Veranlassung gegeben haben mochten, dass diese Krankheit als eine einfache Lungenentzündung aufgefasst wurde. Husten, Brustschmerz und Auswurf fehlen häufig genug, letzterer — wenn er vorhanden — ist zähe und weissfärbig. Das Fieber ist oft nicht sehr heftig, die Temperatur häufig gar nicht erhöht, manchmal sogar unter der Norm.

Der Puls wird bald sehr klein, die Herzaction schwächer, unter Auftreten von Cyanose und unter Steigerung der Athemnoth sinken die Kräfte schnell und unter ihrem rasch zunehmenden gänzlichen Verfalle tritt (3 bis 7 Tage nach der Erkrankung) der Tod ein. Das Bewusstsein ist in der Regel bis zum letzten Augenblicke erhalten. Hautaffectionen fehlten immer ganz. Die übereinstimmenden vorzüglichen Ergebnisse der bisher gemachten Obductionen solcher Leichen sind:

a) Die äussere Haut blass, schmutzig-gelblich, ausgebreitete Todtenflecke.

b) Dunkel schmutzig-rothe Färbung (Imbibition) des ganzen Brust- und Mittelfelles der Schleimhaut der Luftröhren und ihrer Aeste, der bedeutend angeschwellten Bronchialdrüsen, der Speiseröhre, des Magens und Zwölffingerdarms.

c) Ergüsse einer schmutzig-röthlichen, klebrigen, serösen Flüssigkeit in die Brusthöhle (meist einerseits stärker) und in den Herzbeutel; die Lunge entsprechend comprimirt; bei einseitigem Erguss auf der anderen Seite gedunsen, mit röthlicher Flüssigkeit infiltrirt.

d) Herz wenig contrahirt; Herzfleisch blass, schlaff, Eudocard schmutzig roth imbibirt. Die ganze Blutmasse ist vollständig flüssig und dunkel-kirschroth.

e) Die mikroskopische Untersuchung ergab in den Exsudaten der Brusthöhle, in den infiltrirten Partien der Lungen und im Blute eine enorme Menge von stäbchenförmigen Bacterien, wie sie auch beim Milzbrand gefunden werden.

f) Neu ist die Beobachtung (aus Steiermark) von beetartig geschwellten 0·5 mm das Niveau der Schleimhäute überragenden, mit

[1] Eulenburg's *Realencyclopädie*. 1881. Bd. VI. S. 156 ff.

einem schwarz-rothen, bis zu 2 mm breiten Hofe umgebenen Erhabenheiten an der Schleimhaut der Luftröhre, der grösseren Bronchien und der Speiseröhre, welche manchmal fast den Eindruck einer Pustel machten. Auch hier fanden sich Massen von Bacterien."

Im Frühjahr 1886 wurde mir Gelegenheit, einige Fälle dieser seltenen Krankheit zu sehen und an der Section von vier an Hadernkrankheit Verstorbenen theilzunehmen.

Am 29. April 1886 Abends überbrachte ein Beamter der Rigaer Actienpapierfabrik „Ligat" (60 Kilometer von Riga) dem hiesigen Medicinalinspector die Nachricht von dem Ausbruche einer räthselhaften, bislang dort nicht beobachteten Krankheit unter den Arbeiterinnen der genannten Fabrik mit dem Ersuchen der Fabrikverwaltung, Aerzte aus Riga dorthin abzudeligiren, einmal um die Natur der Krankheit festzustellen und sodann geeignete Maassregeln zur Verhütung weiterer Erkrankungen zu treffen. Den Schilderungen war zu entnehmen, dass es sich höchst wahrscheinlich um die sogenannte „Hadernkrankheit" handele.

Von dem livländischen Medicinalinspector wurden die Stadtärzte Dr. Schultz und Dr. Heerwagen beauftragt, sich nach Ligat zu begeben. Einer mir gewordenen ehrenden Aufforderung nachkommend, schloss ich mich den genannten Herren an.

Am 30. April Abends spät langten wir in dem malerisch in einer Thalschlucht des schönsten Theiles Livlands gelegenen Ligat an. Der Fabrikarzt Hr. Dr. E. v. Radecki, der mittlerweile ebenfalls die Diagnose auf „Hadernkrankheit" fixirt hatte, führte uns sofort zu den noch vorhandenen Kranken, über die an Ort und Stelle eine möglichst detaillirte Krankheitsgeschichte niedergeschrieben wurde. Am folgenden Tage fand eine Besichtigung der Fabrik- und Arbeitsräume, die Section von vier der vorhandenen sechs Leichen statt und wurden noch einmal die Kranken besucht. Abreise am 1. Mai Abends.

Hr. Dr. v. Radecki hat uns in ausführlichster Weise die näheren Daten über die Art der Erkrankungen sowie die Krankengeschichten der Verstorbenen und der noch Lebenden bis zum Augenblick unserer Besichtigung mitgetheilt. Ich kann nicht umhin dem genannten liebenswürdigen Collegen sowie den Hr. DDr. Schultz und Heerwagen auch an dieser Stelle meinen besten Dank für die Ueberlassung des gesammten Materials auszusprechen.

Die Erkrankungen, im Ganzen 12, betrafen sämmtlich Arbeiterinnen eines und desselben Lumpensortirsaales. Die muthmaassliche Aetiologie

betreffend gelangen nach einer mir von der Fabrikverwaltung zugesandten Notiz „sämmtliche Lumpen die in Ligat zu Papier verarbeitet werden, entweder durch Ankauf in Ligat selbst oder gesackt als gemischte Partien von verschiedenen Lieferanten aus den Ostseeprovinzen und Russland in die Lumpenspeicher, woselbst sie in die fünf Sorten „Hemde", „Hosen", „Sack", „$^1/_2$ Wolle" und „Wolle" vorsortirt werden. Diese vorsortirten Lumpen werden in einzelnen Abtheilungen im Speicher aufbewahrt, bis sie in den Lumpensaal zur eigentlichen Sortirung herausgefördert werden. Die eigentliche Sortirung besteht in Zerkleinerung der Lumpen über sichelartigen Messern, Abtrennen von Knöpfen, Nähten u. s. w., Entfernung etwa anhaftender trockener Schmutztheile durch Kratzen und Schaben".

Die Erkrankungen liessen sich zeitlich in zwei Gruppen sondern, indem die ersten fünf Fälle sich am Freitag den 25. und Sonnabend den 26. April ereigneten, worauf der Sonntag eine Pause veranlasste, während eine zweite Serie (7 Fälle) am Montag den 28. April erkrankte. „Am 25. und 26. April sowie am 28. gelangten die Sorten „Hose" und „Sack" zur Sortirung, und da in der letzten Zeit meist russische Lumpen vorsortirt waren (aber auch andere Partien), so kamen an diesen Tagen meist solche zur eigentlichen Sortirung". Welche Partie etwa die verderbenbringende gewesen, lässt sich nicht eruiren. Von den erkrankten und von den gesund gebliebenen Arbeiterinnen wurde allgemein eine ungewöhnlich stark verunreinigte Partie Lumpen beschuldigt, in welcher sich namentlich auch mit eingetrocknetem Eiter und Blut befleckte Stücke befunden haben sollen. Diese suspecten Lumpen „hatte die Arbeiterin Kaiwas am 15. April die Karkling, Murneck, Zelm und Sarring am 16. April, die Ohsching am 18. April erhalten und dieselben nach beendeter Zerkleinerung an ein und demselben Tage, nämlich am 19. April abgeliefert".

Ich lasse nun die Krankengeschichten nach dem Protokolldictat des Hrn. Dr. v. Radecki folgen.

Erste Serie: 1. Liese Karkling, 32 a. n., erkrankte am Freitag den 25. April Vormittags 10 Uhr mit einem Schüttelfrost und heftigem Kopfschmerz. Pat. hatte sich bereits einige Tage vorher unwohl gefühlt, jedoch noch gearbeitet. Nachmittags Temp. 40·0, auffallend geröthetes Gesicht; objectiv negativer Befund an den Organen bis auf einzelne Raschelgeräusche über den Lungen.[1] Pat. klagt über sehr heftigen Kopfschmerz; späterhin stellte sich Seitenstechen, namentlich links, ein, zunehmende Kurzathmigkeit und quälender Husten. Die Körpertemperatur sank von 40.0 stetig und betrug am 27. April Vormittags 37·5. An diesem Tage bildete sich starke Cyanose des Gesichtes aus, Kühle der Extremitäten und der Nase, häufige Frostschauer, kalte Schweisse, rapid

[1] Nach Aussage des Hrn. Dr. v. Radecki leiden fast alle Arbeiterinnen der Fabrik an chronischen Bronchialkatarrh.

zunehmender Collaps; Abends 10 Uhr Tod bei vollkommen ungetrübtem Sensorium bis zum letzten Augenblick.

2. Liese Ohsching 33 a. n. erkrankt im Arbeitsaale am 25. April 4 Uhr Nachmittags mit Schüttelfrost und heftigem Kopfschmerz, begiebt sich nach Hause; Temp. Abends (vom Feldscher gemessen) über 40·0. Am 28. April früh Morgens von Dr. v. Radecki besucht. Bis dahin Fieber und Kopfschmerz die einzigen Symptome gewesen. Fühlt sich während des Besuches subjectiv verhältnissmässig wohl. Temp. 39·0, Puls sehr frequent, sehr klein, kaum tastbar. Respiration stark beschleunigt. Haut rein, kein Exanthem; nach Aussage des Feldscher sollen flohstichähnliche Flecke zu sehen gewesen sein, so dass derselbe an Typhus exanth. gedacht. Hin und wieder auftretender, quälender, trockener Husten, Druckgefühl im Epigastrium; am Thorax links hinten bis zur Mitte der Scapula Dämpfung, kein Athmungsgeräusch; rechts hinten hin und wieder catarrhalische Geräusche; Herztöne rein, leise; keine perkutorisch nachweisbare Milzvergrösserung. Harn röthlich, leicht getrübt, Schleimsediment, kein Albumin. — Abends Temp. 38·0, Puls kaum fühlbar. — Am 29. April Morgens Temp. 37·6, späterhin 37·0, Puls nicht fühlbar, Cyanose, schnell zunehmender Collaps, Auftreten kalter Schweisse, Zunahme der Cyanose, Tod am 30. April Morgens $^1/_2$6 Uhr bei vollkommen freiem Sensorium. Bis zuletzt bestanden Klagen über sehr lästiges Druckgefühl im Epigastrium.

3. Trine Sarring 32 a. n., erkrankte am 25. April 12 Uhr Mittags. Schüttelfrost, Temperatursteigerung, Kopfschmerz. Am 27. April Abends von Dr. v. Radecki besucht. Temp. 39·0, Puls auffallend klein, sehr frequent; stark beschleunigte keuchende und ächzende Respiration unterbrochen von kurzen Hustenstössen. Keine Unruhe. Klagt über quälende Schlaflosigkeit. Bei der physikalischen Untersuchung objectiv ausser leichten Rasselgeräuschen über den Lungen nichts Abnormes zu constatiren. Am 28. April dieselben Erscheinungen. Temp. Morgens 38·3, Abends 38·0, Puls 140, kaum fühlbar, subjectives Besserbefinden. (Tagsüber Analeptica, Kampher, Cognac u. s. w.) Am 29. April stat. id., Temp. 37·0. Gegen Abend stellt sich Collaps ein, Cyanose der Extremitäten und der Nase, kalte Schweisse. Tod in den ersten Morgenstunden des 30. April.

4. Rosalie Zelm 46 a. n., erkrankt am 26. April 4 Uhr Nachmittags. Schüttelfrost, Kopfschmerz. Den 27. April Abends ärztlich besucht. Temp. nicht erhöht; überaus kleiner frequenter Puls, beschleunigte Respiration, Appetit und Schlaflosigkeit. Pat. ist guten Muthes, meint sie hätte „die Krankheit“ viel leichter als die andern und würde schon „durchkommen“, wenn man ihr nur zu Schlaf verhelfen und das Respirationshinderniss beseitigen könnte. Bei linker Seitenlage Schmerz im Thorax; einzelne Rasselgeräusche über den Lungen, sonst negativer Befund. Am 28. April Morgens stat. id. Pat. giebt an sich besser zu fühlen. Abends Temp. subnormal, kalte Schweisse, Puls kaum fühlbar. Am 29. April Morgens starke Cyanose. Temp. 36·0, schnell zunehmender Collaps. Tod bei vollkommen freiem Sensorium in den Vormittagsstunden.

5. Eva Murneck 38 a. n., erkrankt, nachdem sie sich am 25. April bereits unwohl gefühlt aber noch bei der Arbeit gewesen, in der Nacht vom 25. auf den 26. April unter wiederholten Schüttelfrösten, nachfolgender Hitze, heftigem Kopfschmerz und Husten. Bald darauf Schmerz in der linken Seite.

Temp. mehrfach gemessen stets über 40·0. Vom Arzt besucht am 27. April Abends, Temp. 36·7, Puls frequent, klein, sehr beschleunigte Respiration, unterbrochene Sprache, als ob ihr das Sprechen Schmerzen mache. Cyanotische Verfärbung der Lippen, reichlicher kalter Schweiss am ganzen Körper. Athmungsgeräusch leicht verschärft, besonders links. Hier unterhalb der Scapula sowie rechts in der hinteren Axillarlinie leichte Dämpfung und etwas Knisterrasseln. Sonst vollkommen negativer Befund. Während der Nacht nimmt der Collaps zu. Am 28. April Morgens starke Cyanose, leichte Convulsionen, Sensorium vollständig frei, verlangt noch in den letzten Augenblicken nach Wein. Tod $^1/_2$12 Uhr Vormittags.

Zweite Serie. 6. Anna Kaiwas 30 a. n., nimmt am Montag den 28. April früh Morgens ihre Arbeit im Lumpensaale bei subjectivem Wohlbefinden auf, erkrankt um 8 Uhr Vormittags unter Schwindel, Taumeln, Schüttelfrost, Schweiss. Um 9 Uhr von Dr. v. Radecki besucht. Temp. 40·2, frequenter Puls, sehr beschleunigte Respiration, quälender Husten ohne Auswurf. Seitenstechen links hinten unten; hier an einer ca. 5 cm Durchmesser haltenden Stelle Bronchialathmen und Knisterrasseln; sonst katarrhalische Rasselgeräusche. An demselben Tage Nachmittags beginnender Collaps, Temp. 37·8. Cyanose, Kühle der Extremitäten, späterhin profuse kalte Schweisse, Sensorium frei, so dass Pat. ihre letzten Verfügungen trifft. Am 29. April 11 Uhr Vormittags Tod. Kurz vor dem Tode soll Pat. nach Aussage der Angehörigen blutig gefärbten Schleim ausgehustet haben.

Die folgenden sechs Fälle endeten mit Genesung, sämmtliche Kranke sind von uns besichtigt worden. Trotz ihrer Gleichartigkeit glaube ich die Krankengeschichten ebenso ausführlich wiedergeben zu dürfen, wie sie von uns niedergeschrieben. Handelt es sich doch um eine sehr seltene Krankheit und sind namentlich in Genesung endende Fälle kaum beobachtet worden.

7. Katharine Leeping 25 a. n. Nachdem Pat. am 25. und 26. April bei der Arbeit sich unwohl gefühlt, am 27. April (Sonntag) wieder wohl befunden hatte, erkrankte sie am Montag den 28. April früh bei der Arbeit mit einem Schüttelfrost. Sie konnte den Weg bis zu ihrer Wohnung (ca. 1 Kilometer) noch zu Fuss zurücklegen. Alsbald stellte sich Husten ein, wobei Schmerz hinter dem Sternum; Druck im Epigastrium, Oppressionsgefühl, kein rechtes „zu Luft kommen". Hochgradige Schwäche, Appetitlosigkeit, kein vermehrter Durst, keine Veränderung der Urinsecretion, keinerlei gastrische Erscheinungen, kein Erbrechen, kein Durchfall. Dr. v. Radecki constatirte an demselben Tage das Fehlen einer Temperatursteigerung, auffallende Kleinheit des sonst normal frequenten Pulses, Kühle der Extremitäten, leichte Cyanose, Schwindel beim Aufrichten im Bett. Verordnungen: subcutane Injectionen von Kampheröl, heisser Grog, Wein etc. Pat. fühlte sich darnach, am 29. April wohler bis auf den Druck im Epigastrium und das Oppressionsgefühl. Doch hatte sich mittlerweile quälender Husten eingestellt, Abends mit etwas zähem, schleimigem Auswurf. Am 30. April Morgens abermaliger Schüttelfrost darnach Kühle der Extremitäten, beginnende Cyanose, kaum fühlbarer Puls, so, dass das Schlimmste befürchtet wurde. Pat. erholte sich jedoch wieder und bot uns am Abend dieses Tages folgendes Bild dar: Die Kranke, eine Frau von mittlerem Ernährungszustande,

nimmt im Bett die Rückenlage ein; die Extremitäten gestreckt, die Augen halb geschlossen, der Mund etwas geöffnet, leidender, überaus müder Gesichtsausdruck. Pat. bewegt sich nicht, spricht langsam, mit Mühe. — Haut blass, kühl, Schleimhäute anämisch, kein Exanthem, kein Icterus, keine Oedeme, keine auffallende Cyanose; Conjunctiva nicht injicirt; Respiration eigenthümlich ächzend, regelmässig, 34 in der Minute, von costalem Typus, beiderseits gleich. Hin und wieder krampfhafte Hustenstösse, die nur sehr geringe Mengen glasigen Schleimes zu Tage fördern. Nach solchen Hustenanfällen Respirationsfrequenz 40 und mehr. Puls klein, 100, deutlich zählbar, regel- und gleichmässig, nach dem Aufsitzen im Bett, wobei Ohnmachtsanwandlung, unfühlbar klein und sehr frequent werdend. — Abdomen nicht aufgetrieben, Bauchdecken weich, leicht eindrückbar. Keine Drüsenschwellungen. Temp. 36·4.

Die physikalische Untersuchung ergiebt: Thorax normal gebaut, vorn überall sonorer Schall links oben mit leicht tympanitischem Beiklang; beiderseits vorn oben leicht verschärftes Inspirium, verlängertes Exspirium, nach unten Exspirium nicht hörbar; hin und wieder ein Rhonchus sibilans. Hinten percutorisch nichts Abnormes, auch keine Ungleichheiten zwischen beiden Seiten; links das Inspirium verschärft, das Exspirium nicht hörbar, rechts Respirationsgeräusch bedeutend leiser als links stellenweise von entschiedem bronchialem Charakter, begleitet von sehr leisem Rasseln, vorzugsweise in den obern Partien. — Herzdämpfung durch Ueberlagerung des Organs von Seiten der Lunge klein, Herztöne leise (besonders an der Spitze) aber rein. Chok in der Rückenlage nicht fühlbar, in V. J. C. R. l. Mamillarlinie. — Lippen und Zunge vollkommen trocken aber nicht borkig. Pat. lässt nach dem Präsentiren der Zunge den Mund offen stehen. Kein Durst, keine Uebelkeiten, kein Aufstossen. Leichte Druckempfindlichkeit im Epigastrium. Obere Grenze der Leberdämpfung in der Rückenlage am oberen Rande der VI. Rippe, untere Grenze ca. 2 ^{cm} oberhalb des Rippenbogens. Leber nicht palpabel, keine Druckempfindlichkeit der Lebergegend: Milz ebenfalls nicht palpabel, ihre obere Grenze percutorisch an der VI. Rippe, untere Grenze im X. Intercostalraum — also Vergrösserung der Dämpfung. Keine Druckempfindlichkeit der Milzgegend.

Der Pat. wurden vermittelst vorher sterilisirter Capillarröhrchen Blutproben aus der Fingerkuppe entnommen, wobei tiefe Nadelstiche nöthig waren und erst bei Druck sich dünnes Blut entleerte. Es sei schon hier erwähnt, dass sich bei der späteren Untersuchung in dieser Blutprobe ausser geringer Vermehrung der weissen Blutkörperchen nichts Abnormes fand, speciell keinerlei Mikroorganismen.

Unsere Verordnungen bestanden in: Kampheröl, vierstündlich eine Spritze subcutan, Wein, Cognac.

Der weitere Verlauf war: 1. Mai Vormittags Puls 76, voller als Tags vorher aber immer noch klein. Husten weniger quälend und seltener, kein Auswurf, leichte Cyanose des Gesichtes und der Lippen. Pat. athmet mit der linken Seite etwas weniger ausgiebig als mit der rechten. Links hinten, gleich unterhalb der Spina scapulae eine gestern nicht vorhandene vier Finger breite Dämpfungszone, hier schwaches Athmen von bronchialem Charakter, Pectoralfremitus nicht prüfbar. An den übrigen Lungenabschnitten ähnlich wie bisher, das Athmen meist vesiculär, an einzelnen circumscripten Stellen verschärft, an anderen von mehr weniger bronchialem Charakter, so rechts hinten auf der Scapula und links vorn in der Herzgegend.

Unter Bestehenbleiben der leichten katarrhalischen Lungenerscheinungen und allmählichem Schwinden der Verdichtungszeichen erfolgte langsame Reconvalescenz bei stetiger Anwendung eines auf die Kräftigung der Herzthätigkeit gerichteten Verfahrens. Pat. fühlt sich am 18. Mai subjectiv wohl, jedoch noch sehr schwach und hinfällig, so dass sie erst nach einigen Wochen ihre Arbeit voll aufzunehmen wieder im Stande ist.

8. Anna Secksel 45 a. n. nimmt am Montag den 28. April bei vollkommenem Wohlbefinden ihre Arbeit im Sortirsaale auf; Abends Schüttelfrost, hochgradiges Schwächegefühl, Athmungsbehinderung und zwar vorzüglich links, Druckempfindung im Epigastrium, eine Verstärkung des schon früher vorhandenen Bronchialkatarrhs nicht bemerkt. Am 29. April bleibt Pat. zu Bett, fühlt sich am 30. April besser und vermag am 1. Mai Nachmittags bereits von ihrer auf einer steilen Anhöhe befindlichen Wohnung zum Verwaltungsgebäude herabzukommen. Die physikalische Untersuchung am frühen Morgen dieses Tages ergab ausser leichten katarrhalischen Erscheinungen über beiden Lungen nichts Bemerkenswerthes. Puls voll, etwas hart, 75 in der Minute.

Es war dieses der leichteste Krankheitsfall, nach Dr. v. Radecki jedoch zweifellos den übrigen Erkrankungen anzureihen.

9. Christine Masur c. 30 a. n. Erkrankung am 28. April mit Frostanfall, Schwindel, Athembeklemmung; fühlt sich nicht soweit schwach, dass sie das Bett aufsucht. Am 30. April ausser Emphysem und mässigem Bronchialkatarrh an den Lungen nichts Abnormes. Auffällige Kleinheit des Pulses; kräftiges starkknochiges Weib. Erholte sich in zehn Tagen wieder vollkommen.

10. Katharina Leeping II. 36 a. n., erkrankt am 28. April. Schwindel, Unbesinnlichkeit, wiederholte Frostschauer, aber kein eigentlicher Schüttelfrost; Erbrechen, erschwertes Athmen, Druck im Epigastrium, Kopfschmerz, hochgradiges Schwächegefühl. Diese Erscheinungen besserten sich in einigen Tagen. Bei der Besichtigung am 1. Mai wird als bemerkenswerth notirt: Sehr leidender Gesichtsausdruck, leichte Cyanose der Lippen, Puls 80, nicht auffallend klein, Respiration nicht erschwert, Körpertemperatur nicht erhöht. Ueber der rechten Lungenspitze Dämpfung: unterhalb der Clavicula bis zur III. Rippe kurzer Schall, weiter nach abwärts sonor. Im Dämpfungsbezirk leises Bronchialathmen, mehr nach abwärts verschärftes Vesiculärathmen; auch rechts hinten oben leises Bronchialathmen, sonst rechts, sowie links, durchweg normaler Befund. Palpabler Milztumor; vor fünf Jahren Intermittens. — Pat. hat den Versuch gemacht heute für einige Stunden das Bett zu verlassen. In der Folge sehr langsame Reconvalescenz. Am 16. Mai, wo Pat. aus der Beobachtung entlassen wurde, hatte sie die Arbeit noch nicht voll wieder aufnehmen können.

11. Julie Bergmann 40 a. n., Erkrankung am 28. April. Einige Tage vorher grosse Absgeschlagenheit. Beginn mit Kältegefühl, Zittern, Schmerz hinter dem Sternum und im Epigastrium. Empfindung des Zusammengeschnürtseins und der Athmungsbehinderung; kleiner, frequenter Puls; der bereits von früher bestehende Husten nicht verstärkt. In den nächsten Tagen hochgradige Schwäche, beständig drohender Collaps. Verlauf sehr protahirt. Noch bis zum 13. Mai, wo die übrigen Kranken fast schon genesen, sahen sich die behandelnden Aerzte veranlasst die Kampherinjectionen nicht auszusetzen. Wiederholt traten während des Verlaufes unter Kleinwerden des Pulses bedrohliche Schwäche-

zustände auf. Am 20. Mai, wo die Beobachtung abgebrochen wurde, noch sehr geringer Kräftezustand.

12. Die letzte Krankengeschichte ist mir leider verloren gegangen. Sie unterschied sich, soweit mir in Erinnerung, in den wesentlichsten Punkten nicht von den übrigen. Der Fall endete in Genesung und zeichnete sich ebenfalls durch eine nur sehr langsam erfolgende Wiederherstellung der früheren Arbeitsfähigkeit und des Kräftezustandes aus.

In Folge der Panik, welche sich bei dem unerklärten raschen Dahinsterben unter der Arbeiterbevölkerung verbreitet hatte, meldeten sich nach Schluss des Sortirsaales (am Montag den 28. April) noch einige andere Arbeiterinnen als krank. Doch konnte bei diesen nach Ansicht des Herrn Dr. v. Radecki eine selbst leichte Infection ausgeschlossen werden.

Die in Vorstehendem gegebenen Krankengeschichten bieten grosse Uebereinstimmung dar, so, dass eine einzige als Beispiel für fast alle übrigen hätte dienen können. Es handelt sich bei der in Rede stehenden Krankheit um einen mehr oder weniger typischen Verlauf, wie wir ihn vorzüglich bei acuten Infectionskrankheiten zu sehen gewohnt sind. Namentlich gilt das von den tödtlich verlaufenen Fällen. Zur Aufstellung eines allgemeinen Krankheitsbildes ist die Zahl der bisher bekannt gewordenen Beobachtungen eine zu geringe. Eine kurze Besprechung des Verlaufes sei jedoch gestattet.

Von einem Stadium incubationis kann aus den vorliegenden Fällen nichts Sicheres berichtet werden. Will man annehmen, dass (wie die vox populi sich vernehmen liess) verstäubte Theile der oben erwähnten stark mit Eiter und Blut verunreinigten Lumpen die Noxe abgegeben, so könnte man an eine Inculbationszeit von 7—10 Tagen denken — den Krankheitsbeginn vom Schüttelfrost an gerechnet. Ob das von der Karkling, Leeping I. und Bergmann angegebene allgemeine Unbehagen als eine prodromale Erscheinung anzusehen, bleibt ebenfalls unentschieden: die übrigen neun Arbeiterinnen erkrankten urplötzlich, inmitten vollkommenen Wohlbefindens. Ich habe mehr den Eindruck empfangen, als ob von einem Incubations- und prodromalen Stadium kaum die Rede sein könne. Den eigentlichen Krankheitsbeginn bildete in allen Fällen ein Frostanfall, der in der Mehrzahl (9 von 12) sich zu einem richtigen Schüttelfroste gestaltete. Auch wiederholte Fröste wurden beobachtet. Ich hebe diesen Umstand hervor im Hinblick auf das oben citirte Referat von Soyka, nach welchem die Krankheit „häufig ohne bedeutende Vorboten — nur selten mit einem Schüttelfroste —“ beginnt.[1] Ein weiterer

[1] A. a. O. S. 157.

an angeführter Stelle nicht erwähntes Initialsymptom bildete intensiver Kopfschmerz. In sämmtlichen tödtlich verlaufenen Fällen — bis auf einen (Zelm) — fand ferner ein schnelles Ansteigen der Temperatur statt; so wurde z. B. bei der Kaiwas, dem rapidest (in 27 Stunden) verlaufenen Falle, bereits eine Stunde nach dem Schüttelfroste vom Arzte eine Temperatur von 40·2 constatirt. Die Temperatursteigerung hielt verschieden lange an, um nach 1—3 Mal 24 Stunden schnell zu sinken und Collapstemperaturen Platz zu machen. Temperaturcurven lassen sich aus den mir zu Gebote stehenden Daten leider nicht aufstellen. Bei den Fällen mit Ausgang in Genesung fand keine Temperatursteigerung statt, sondern vielmehr von vornherein die ausgesprochene Tendenz zu subnormalen Ziffern. Die wesentlichsten subjectiven Beschwerden bestanden, abgesehen vom Kopfschmerz, in erster Reihe in einem quälenden Oppresionsgefühl, der Empfindung, als könne man „trotz allen Athmens doch nicht zu Luft kommen". Diese Kurzathmigkeit verband sich mit einer nicht sehr intensiven Schmerzempfindung, Vollsein im Epigastrium. Krampfartiges heftiges kurzes Husten bildete die zweite Hauptklage und muss endlich hochgradigste allgemeine Schwäche und Hinfälligkeit als drittes wichtigstes subjectives Symptom genannt werden. Seitenstechen wird in nur vier Fällen angegeben, vorzugsweise links. Die Ausbeute der physikalischen Untersuchung war eine nur geringe. Katarrhalische Geräusche über den Lungen konnten nicht beanspruchen als charakteristisch zu gelten, eher schon konnte man dem vorzugsweisen Auftreten derselben auf der linken Seite sowie dem Befunde circumscripter kleiner Verdichtungsherde Bedeutung beimessen. Wichtig aber war jedenfalls die Beschaffenheit des Pulses, dessen Kleinheit in sämmtlichen Fällen eine von vornherein sehr auffallende Erscheinung war. Die schnelle Erlahmung der Herzenergie war diejenige Veränderung, gegen welche in erster Reihe zu Felde gezogen werden musste; sie bedingte den Tod in der Hälfte der Erkrankungsfälle und erheischte andererseits bei den Reconvalescenten eine stetige sorgfältige Ueberwachung. Als charakteristisch möchte ich endlich noch bezeichnen das vollkommene Freisein des centralen Nervensystems — vom Kopfschmerz abgesehen: Bewusstseinsstörungen, Delirien und dergl. sind in keinem Falle beobachtet worden — das Sensorium blieb bis zum Momente des Todes frei.

In den tödtlich endenden Fällen betrug die geringste Dauer der Krankheit 27 Stunden, die längste $4^1/_2$ Tage.[1] Bei Ausgang in Ge-

[1] Durch Hrn. Dr. J. Pratter, Fabrikarzt in Schlöglmühl, stehen mir werthvolle Angaben in Bezug auf Vorkommen und Dauer der Hadernkrankheit zur Dis-

nesung war die Reconvalescenz, die Wiederherstellung des früheren Kräftezustandes eine nur sehr langsame und machte sich mehrfach immer wieder auftretende, zuweilen bedrohliche, Schwäche bemerkbar.

Von den sechs Verstorbenen wurden vier secirt; die Leichen Karkling und Murneck als diejenigen, welche bereits am längsten gelegen hatten, zur Bestattung den Angehörigen ausgeliefert.

Der Leichenbefund, welcher unsere klinische Diagnose vollkommen bestätigte, war folgender:

---

position. Ich mache von der Erlaubniss, diese Angaben mitzutheilen, dankend Gebrauch.

„Der erste nachweisbar ärztlich beobachtete Fall kam auf dieser Fabrik im Jahre 1869 bei dem 32jährigen Hadernschneider J. F. vor: Erkrankung am 5., Tod am 6. Januar.

Im Jahre 1870 erfolgte jenes massenhafte Auftreten, welches beim Fabrikpersonal Bestürzung, in ärztlichen Kreisen und beim grossen Publikum gerechtes Aufsehen hervorrief. Es erkrankten:

R. S.	21	a. n.	am	22.	Februar	und	starb	am	24.	Februar,
W. F.	38	„	„	23.	„	„	„	„	26.	„
M. C.	26	„	„	25.	„	„	„	„	27.	„
A. G.	46	„	„	25.	„	„	„	„	27.	„
K. N.	23	„	„	25.	„	„	„	„	27.	„
J. M.	21	„	„	25.	„	„	„	„	28.	„
M. M.	26	„	„	1.	März	„	„	„	3.	März
E. B.	40	„	„	2.	„	„	„	„	5.	„

Drei Personen, welche hier nicht verzeichnet sind, starben auswärts, zwei Fälle, welche am 26. und 28. Februar letral endigten, waren zweifelhaft, da sie Complicationen zeigten. — Am 5. Juli 1870 erkrankte die 28jährige T. F. und starb am 7. Juli; am 25. Januar 1871 R. C., Tod am 27. Januar; am 20. December erkrankt J. A., Tod am 23. December.

Es erfolgte nun eine Pause bis zum Jahre 1874: am 2. Juni dieses Jahres erkrankte B. S. 36 a. n. und starb am 4. Juni. — In den nächsten Jahren ereigneten sich folgende Erkrankungs- und Todesfälle:

1875.	E. P.	32	a. n.	erkrankt	am	4.	Februar,	stirbt	am	5. Februar,
	J. P.	34	„	„	„	13.	„	„	„	14. „
	J. T.	38	„	„	„	21.	August	„	„	22. August,
1876.	W. G.	23	„	„	„	31.	Januar	„	„	2. Februar,
1877.	Th. V.	30	„	„	„	11.	März	„	„	14. März,
	A. R.	24	„	„	„	23.	December	„	„	29. December,
	M. J.	22	„	„	„	30.	„	„	„	31. „
1878.	Th. B.	22	„	„	„	20.	Februar	„	„	22. Februar,
	M. M.	26	„	„	„	19.	„	„	„	23. „
	C. W.	31	„	„	„	8.	„	„	„	10. September,
1880.	E. S.	18	„	„	„	6.	„	„	„	6. Mai.

Seither ist kein derartiger Fall wieder beobachtet worden. In sämmtlich hier aufgezählten Fällen waren die Betroffenen Hadernschneiderinnen; eine Beobachtung, dass andere Arbeiterinnen oder Männer davon befallen worden, ist hier niemals gemacht worden."

Section I. Liese Ohsching, sec. ca. 28 St. p. m. Untermittelgrosser weiblicher Leichnam von gutem Ernährungszustande; Haut hellgelblich, im Gesicht sehr dunkel livid-blau gefärbt, diffuse dunkelblaue Leichenverfärbung, besonders stark ausgeprägt am Halse, den Schultern, dem Sternum, an der gesammten Circumferenz der Oberschenkel. Auf der rechten Wange ein ca. 3 cm Durchmesser haltender auffallend dunkler nicht prominenter Fleck. Sonst die Haut des Cadavers glatt, rein, keine Spuren eines Exanthems. Aus Mund und Nasenöffnungen entleert sich blutige Flüssigkeit, am rechten Mundwinkel eingetrockneter blutiger Schaum, feinblasig. Augenlider geschlossen, Hornhäute trübe, Pupillen gleichmässig, leicht erweitert. Am Körper keine Spuren einer Verletzung oder dgl. — Stark ausgeprägte Todtenstarre. —

Schädelhöhle. In den sonst normalen weichen Schädeldecken am Occiput ein wallnussgrosses Lipom. Schädelkapsel regelmässig geformt, 3 bis 5 mm dick, durchscheinend, Diploe blass. Dura sehr blutreich im Sin. longitud. dunkelrothes, dünnflüssiges Blut. Art. meningea med. beiderseits stark gefüllt. Innenfläche der Dura glatt, spiegelnd. Pia blutreich, zart sehr leicht zerreisslich. Gefässe der Gehirnbasis collabirt, zart. Nach Herausnahme des Gehirns sammelt sich in der hintern Schädelgrube eine reichliche, überfliessende Menge wässerigen Blutes, resp. stark blutigen Serums. Hirnsubstanz etwas weicher als normal, Ventrikel leer, Ependym normal, nicht getrübt, nicht verdickt. Blutgefässe der Hirnsubstanz stärker gefüllt als normal, sehr zahlreiche Blutpunkte, welche übrigens nach einmaligem Abspülen nicht wiederkehren. Plex. chor. von mässigem Blutreichthum. Auffallend weit klaffender Aquaeduct. Sylv. Keinerlei Herdaffectionen.

Brusthöhle. Musculatur des Thorax ziemlich dünn, von blassgrauröthlicher Farbe, frei von Hämorrhagieen. Zwerchfellkuppe in der Höhe der V. Rippe. Beim Eröffnen der Thoraxhöhle entquillt linkerseits klares, gelbliches Serum. Das den Herzbeutel deckende Bindegewebe des vorderen Mediastinums ödematoes und namentlich über den grossen Gefässen röthlich (blutig?) infiltrirt. Das Herz von der linken Lunge überlagert. Im Herzbeutel ca. 60 ccm hellen „sanguinolenten", braun-röthlich gefärbten Serums, Pericard und Epicard glatt, spiegelnd blass-bläulich gefärbt; keine Ekchymosen. In den Herzsulcis stärkere subepicardiale Fettanhäufung. Im Herzen wenig lockere dunkle Gerinnsel und flüssiges Blut, Musculatur sehr schlaff, grau-bräunlich, Faserung deutlich, keine myokarditischen Herde, keine Fettflecke. Endocard und Klappen normal, zart, sehr stark braun-roth von Blutfarbstoff imbibirt. Maasse des herausgenommenen Herzens 11·5 — 11·0 — und 3·0 cm.

In der rechten Pleurahöhle ca. 500 ccm in der linken ca. 1000 ccm hier heller gefärbten röthlichen Serums. Beide Lungenspitzen durch ältere Bindegewebsadhäsionen verwachsen, jedoch leicht trennbar; keine frischen, pleuritischen Veränderungen: Pleur. costar. und pulm. glatt, spiegelnd. Aeussere Oberfläche der Lungen leicht marmorirt, beide etwas gebläht; das Bindegewebe des Lungenhilus stark blutig-ödematös, Brochialdrüsen beträchtlich vergrössert, bis mehr als wallnussgross, weich, auf dem Durchschnitt glänzend, succulent, von dunkelschwärzlich-rother Färbung, von der Schnittfläche chocoladefarbene Flüssigkeit abtropfend. Im rechten Unterlappen härtliche Knoten durchfühlbar: kleine Kreideconcretionen inmitten narbig indurirten Gewebes; sonst die rechte Lunge auf dem Durchschnitt blutarm, trocken von gutem Luftgehalt. Der linke Oberlappen blutreich, nicht ödematös, lufthaltig; der Unterlappen derber anzufühlen,

Schnittfläche glatt, nicht granulirt, grau-röthlich, bei Druck eine mit spärlichen Luftbläschen untermischte grau-röthliche Flüssigkeit entleerend (seröse Pneumonie). Bronchialschleimhaut dunkelschmutzig braun-roth, leicht geschwellt (?), glatt, auf derselben geringe Mengen blutig gefärbten Schleimes.

Das Bindegewebe des hinteren Mediastinums um Trachea, Oesophagus und Aorta blutig serös infiltrirt. Larynx- und Trachealschleimhaut dunkelgeröthet, keine auffallende Schwellung. Ziemlich starker Zungenbelag, Uvula und Tonsillen erscheinen etwas geschwellt, sie und die übrige Rachenschleimhaut von bläulicher Färbung. Schleimhaut der Speiseröhre blassgrau, Aortenintima normal, imbibirt.

Bauchhöhle: keine Flüssigkeit enthaltend. Darmschlingen vom fettarmen normalen Netze bedeckt. Dünndarm mässig durch Gase aufgetrieben, Dickdarm contrahirt, Peritoneum normal. Im Magen eine grünliche, etwas schleimige Flüssigkeit ohne auffallenden Geruch; Schleimhaut schmutzig-grünlich mit einigen dunkelbraun-rothen schmalen Streifen und Flecken. Im Duodenum drei Spulwürmer. Im weiteren Dünndarm noch zahlreiche Exemplare. Schleimhaut des Dünn- und Dickdarms von schmutzig grau-gelber Farbe mit hellem, trübem Schleim überzogen, keinerlei auffallende pathologische Veränderungen. Etwas weicher Koth.

Leber 25·0 — 18·0 — 12.0 und 6·5 cm, schlaff, Kapsel glatt, am Vorderrande des rechten Lappens eine derbe nicht in die Tiefe dringende strahlige Narbe. In der Gallenblasse ca. 30 ccm dunkelgrüner Galle. Durchschnittsfläche der Leber von undeutlicher Muskatnusszeichnung, mässiger Blutgehalt, Läppchen deutlich.

Milz. Die Kapsel reisst trotz grosser Vorsicht bei Herausnahme des Organes ein, sie ist leicht gerunzelt, sehr dünn und lässt Follikel durchschimmern. Das ganze Organ sehr schlaff, fast schwappend; auf dem Durchschnitt Pulpa fast zerfliesslich weich, in den peripheren Partien etwas cohärenter, von dunkelbrauner Farbe (sehr ähnlich einer Typh. exanth.-Milz). Grösse 11·0 — 11·0 und 2·5 cm.

Nieren 12·0 — 5·0 und 2·0 cm, entschlüpfen nach Durchtrennung der Kapsel derselben fast spontan, Oberfläche glatt, sie und der Durchschnitt von dunkelroth-grauer in der Marksubstanz mehr braun-grauer Färbung; Rinde und Mark deutlich von einander unterscheidbar, die erstere nicht verbreitert, ihre feinere Zeichnung etwas undeutlich aber erkennbar. Schleimhaut des Nierenbeckens nicht injicirt. Nebennieren normal.

Mesenterialdrüsen nicht vergrössert. Das Mesenterium selbst normal. An den Geschlechtsorganen nichts Abnormes. Harnblase vollkommen leer, Schleimhaut normal, blass.

Section II. Trine Sarring, sec. ca. 32 St. p. m. Grosser schlecht genährter Leichnam. Haut rein und blass, helle Todtenflecke an den abhängigen Partien, keine Cyanose, kein Icterus, keinerlei Reste eines Exanthems, keine Oedeme. Augen wie bei I; an den äusseren Genitalien eingetrocknetes Blut. Todtenstarre vollkommen ausgebildet.

Schädelhöhle: Weiche Schädeldecken normal, Schädelkapsel 2 bis 7 mm dick, an den Seitenwandbeinen durchscheinend, Diploë blass, Dura gespannt ziemlich blass, im Längsblutleiter sehr wenig dünnflüssiges, helles Blut. Innenfläche der Dura glatt, spiegelnd; Pia blass, glatt, zart, reisst beim Abziehen leicht ein. Gefässe des Basis und die Art. foss. Sylv. beiderseits normal, zart.

Nach Herausnahme des Gehirns sammelt sich in der hinteren Scheidelgrube keine nennenswerthe Quantität Flüssigkeit. Consistenz des Hirns normal, Ventrikel leer, Ependym glatt; auf der Schnittfläche fast gar keine Blutpunkte. Plexus mässig gefüllt. Auch hier fällt ein weites Klaffen des Aquaeduct. Sylv. auf.

Brusthöhle: Das mediastinale Bindegewebe wie bei I durchweg hochgradig ödematös, von sanguinolentem Serum durchtränkt. Im Herzbeutel ca. 3 bis 400 ccm röthlichen kaum getrübten Serums, Pericardialblätter glatt, blass, spiegelnd. In den Herzsulcis Fett. Auf der vorderen Fläche des rechten Ventrikels ein grösserer Sehnenfleck. Herz — nach Herausnahme — 11·0 — 12·0 und 3·0 cm sehr schlaff, in den Ventrikeln geringe Mengen dünnflüssigen Blutes, fast gar keine Gerinnsel; Endocard und Klappen normal und zart, ebenso wie die Intima der sonst normalen Aorta stark von Blutfarbstoff imbibirt.

In der linken Pleurahöhle ca. 1500 ccm in der rechten ca. 200 ccm dunkelröthlichen, sanguinolenten Serums. An den Lungen beiderseits etwas Randemphysem, Lungensubstanz im Ganzen elastisch, die linke Lunge sich ein wenig derber anfühlend als die rechte, der linke Unterlappen sehr blutreich, luftarm (Hypostase); keinerlei pneumonische Veränderungen, kein Oedem. Bronchialschleimhaut dunkel geröthet, in geringerem Grade als bei I, nicht auffallend geschwellt. Bronchialdrüsen beiderseits wie bei I stark geschwellt, sich etwas weniger weich anfühlend als dort, sonst aber ebenso beschaffen.

Schildrüse gross, die Nerven und Gefässstämme am Halse nichts auffallendes darbietend. Zunge stark belegt, Oesophagusschleimhaut blassgrau, im unteren Abschnitt trüber Schleim. Larynxschleimhaut blassgrau mit einem Stich ins Grünliche; Trachealschleimhaut grauroth, blass, ohne Schwellung.

Bauchhöhle. Kein Transsudat. Dünndarmschlingen leicht gebläht, Dickdarm stark contrahirt. Netz, Peritoneum, Mesenterium normal. Schleimhaut des Darmes etwas dunkler als bei I, röthlich-grau, sonst aber ebenfalls nichts Bemerkenswerthes darbietend. Im Magen ca. 150 ccm trüben, grau-grünlichen Speisebreies von säuerlichem Geruch, ein grosser ungekauter Mehlkloss. Schleimhaut intact. Pankreas normal. — Leber 29·0 — 20·5 — 15·0 und 7·5 cm, Kapsel glatt, Consistenz schlaff, Durchschnitt schmutzig-grau-braun, Läppchen deutlich, Zeichnung ebenfalls an Muskatnussleber erinnernd. Galle hellbräunlichgrün, sehr dünn, ca. 20 ccm. — Milz 15·5 — 9·0 und 3 cm. Kapsel bei der Herausnahme einreissend, stärker gerunzelt als bei I, blau-grau zart, lässt die Follikel durchschimmern, Consistenz schwappend, Gewebe jedoch nicht so zerfliesslich wie bei I. sonst durchaus einer Typh. exanth.-Milz ähnlich. — Nieren 11·0 — 5·0 und 2·0 cm. Kapsel nicht adhärent aber auch nicht so leicht trennbar wie bei I. Oberfläche glatt, dunkelgrauroth, Durchschnitt ebenso, Zeichnung deutlich, Rindensubstanz normal, etwas schmäler als bei I. — Blase contrahirt, leer. Uterus reclinirt, Blut enthaltend. — Im linken Ovarium ein frisches menstruales Coagulum, Tuben ohne Blut.

Section III. Rosalie Zelm; sec. ca. 48 St. p. m. Mittelgrosser Leichnam von gutem Ernährungszustande, Abdomen aufgetrieben, Haut vorne blass, an den abhängigen Theilen diffus hell livid-bläulich verfärbt. An Lenden und Oberarmen braunbläuliche ästige Figuren (Imbition der Umgebung subcutaner Venen); kein Ikterus, kein Exanthem, keine Petechien, keine Oedeme; Gesicht nicht cyanotisch, an den Wangen blasse Leichenverfärbung. Ausgesprochene Todtenstarre.

Schädelhöhle. Die weichen Schädeldecken normal. An der Schädelkapsel nichts Bemerkenswerthes, Dura blass, mässig gespannt, im Sin longitud. flüssiges Blut, kein Coagulum; Innenfläche der Dura glatt, Pia nicht injicirt, vorne trocken, hinten und an der Basis etwas ödematös durchfeuchtet. Nach Herausnahme des Gehirns entleert sich eine mässige Menge blutig gefärbten Serums. Hirnsubstanz etwas weicher als normal, Ventrikel leer, Plexus blass, Schnittfläche der Hirnsubstanz von normaler Blutfülle, graue Substanz blass, Vierhügel möglicherweise etwas blutreicher als normal, die grossen Ganglien normal, ebenso der IV. Ventrikel. Weitklaffender Aquaeduct. Sylvii. Keinerlei Herdaffectionen.

Brusthöhle. Muskulatur des Thorax hell, blassgrauroth; das mediastinale Bindegewebe sowohl vorne als am Lungenhilus und längs der Wirbelsäule ödematös, und zwar noch viel hochgradiger als bei I und II, gelblich von gallertig durchscheinendem Wesen. Im Herzbeutel ca. 60 ccm sanguinolenten röthlichen Serums, Pericard normal, blass, glatt, in den Herzsulcis reichlich Fett, Epicard normal. Herz 13·0 — 11·0 — 2·5 cm, sehr schlaff, enthält flüssiges, zersetztes, schaumiges Blut. Muskulatur mürbe, einreissend, schmutzig bräunlich, auf dem Durchschnitt von undeutlicher Faserung. Der linke Ventrikel etwas dilatirt. Endocard und Klappen sehr stark dunkelbraun imbibirt sonst normal.

In beiden Pleurahöhlen je ca. 1200 bis 1500 ccm dunkelen roth-braunen Serums mit schwimmenden Fetttröpfchen, Serosa normal, ohne entzündliche Veränderungen. Bronchialdrüsen beiderseits hochgradig geschwellt, dunkelrothbraun auf dem Durchschnitt, von fast zerfliesslicher Weichheit. Bronchialschleimhaut blasser als bei I und II röthlich grau, nicht auffallend geschwellt. Die oberen Lungenlappen beiderseits trocken, von gutem Luftgehalt, frei von Oedem und pneumonischen Veränderungen, die Unterlappen blutreich, von geringem Luftgehalt, doch nicht pneumonisch. Larynx und Trachealschleimhaut blassgrau mit Stich ins Röthliche. Linker Lappen der Schilddrüse durch cystische Entartung vergrössert, ca. gänseeigross.

Bauchhöhle. Reichlicher Pannic. adip., mässig fettreiches Netz, Zwerchfellskuppe am IV J. C. R. Kein Transsudat. Darm bis zum S. roman. aufgetrieben, von dort bis zum Anus collabirt. — Magen leer, Schleimhaut blass grünlichgrau, am Fundus stärkere Injection. Oesophagus normal.

Leber (im Protokoll gar nicht erwähnt, hat also wahrscheinlich nichts auffallendes dargeboten). — Milz 14·5 — 8·5 und 3·0 cm. Rand gekerbt, Kapsel gerunzelt, hellgrau, zahlreiche Gasblasen unter derselben; Consistenz weich, fast schwappend; Durchschnitt schmutzig grau-braun blasser, als bei I und II, Gasbläschen. — Nieren, r. 12·5 — 6·0 —2·5 — l. 11·0 — 5·0 2·0; äussere Kapsel fettreich. innere leicht trennbar, Oberfläche und Durchschnitt schmutzig grauroth, vorgeschrittene Zersetzung, überall feine Gasbläschen und kleinste Fetttröpfchen; feinere Zeichnung kaum mehr unterscheidbar. — Blase leer, Eierstöcke cystös, Uterus ein wenig vergrössert.

Section IV. Anna Kaiwas, sec. ca. 50 St. p. m. (wegen vorgerückter Zeit nur das Wichtigste notirt). Leichenerscheinungen wie bei II, doch in bedeutend geringerem Grade; keine Cyanose, kein Exanthem, kein Ikterus. In der Brusthöhle rechts und links je ca. 500 cm bräunlichen Serums, links dunkeler gefärbt als rechts. Pleuren normal. Oedem des vorderen Mediastinums wie bei I, II und III. Im Herzbeutel ca. 20 ccm röthlichen Serums, Pericardialblätter normal; Herz sehr schlaff, hochgradige Imbibition des Endocards. In den Lungen keine

pneumonischen Veränderungen, rechts der Ober- und Mittellappen schlaff, der Unterlappen sehr blutreich, fast ganz luftleer (Hypostase?). Linke Lunge durchweg schlaff und trocken, auch im Unterlappen. Bronchialdrüsen beiderseits hochgradig geschwellt, wie bei I, II und III. Bronchialschleimhaut bräunlich, nicht geschwellt. Milz 15·0 — 8·0 und 3·0 cm. Die Aufhängebänder der Milz auffallend stark geschwellt; hochgradig ödematös (als Leichenerscheinung gedeutet). Kapsel blass, grau, stärker gerunzelt als bei den anderen Leichen, Consistenz schlaff, sehr weich, Pulpa grau-bräunlich, nicht zerfliesslich, doch bedeutend weicher und morscher als normal. Blase leer.

Zur mikroskopischen Untersuchung wurden den Leichen folgende Körperflüssigkeiten und Organtheile entnommen:

Section I, Ohsching: 1. Pleuratranssudat, 2. Blut aus dem Sin. longitud. dur. matr., 3. Bronchialdrüsen mit anhängendem mediastinalem Bindegewebe, 4. ein Stück anscheinend normaler Lungensubstanz mit federkieldickem Bronchus, 5. pneumonisch verdichtete Lungensubstanz aus dem linken Unterlappen, 6. mehrere Milzfragmente, 7. ein Stück der rechten Niere, 8. ein Stück Leber, 9. ein Stück Herzmuskulatur.

Section II, Sarring: 1. Pleuratranssudat, 2. Pericardialtranssudat, 3. Sinusblut, 4. Bronchialdrüsen, 5. Milzfragmente.

Section III, Zelm: 1. ein Stück salzigödematösen mediastinalen Bindegewebes, 2. Bronchialdrüsen, 3. Milz.

Die Transsudatflüssigkeiten und das Blut wurden sofort nach Eröffnung der betr. Körperhöhlen geschöpft resp. aufgefangen vermittelst noch nicht in Gebrauch gewesener Fläschchen von ca. 50 ccm Inhalt. Diese Fläschchen waren vorher innen und aussen sorgfältig mit $1^0/_{00}$ Sublimatlösung und Alkohol gespült worden und wurden mit noch unbenutzten, neuen gleichfalls durch Sublimat desinficirten Korkstöpseln gleich nach der Füllung fest verschlossen.

Die Organtheile wurden ebenfalls sofort bei der betr. Section bezeichnet in ein grösseres Standgefäss gethan, welches vorher mit $1\,^0/_{00}$ Sublimatlösung ausgespült und halb mit 70 grädigem Spiritus gefüllt worden war. Nach Beendigung der Sectionen wurde das noch freie Drittheil des Glases mit 90 grädigem Alkohol nachgefüllt, das Glas verschlossen und verpackt.

Dreissig Stunden nach Entnahme aus den Leichen wurde von den genannten Flüssigkeiten eine grössere Reihe von Deckglastrockenpräparaten angefertigt und dieselben ungefärbt, vor Staub u. s. w. sicher geschützt zur Untersuchung aufgehoben. Die beiden Blutproben sowie das Pleuratranssudat der erstsecirten Leiche (Ohsching) waren beim Eröffnen der Flaschen vollkommen geruchlos, während das Pleura- und Pericardialtranssudat der Leiche Sarring einen, wenn auch nur geringen üblen Geruch zeigte. Die erstgenannten Flüssigkeiten wurden mit der dreifachen

Menge 90grädigen Alkohols versetzt, um sie für etwaige spätere Untersuchungen möglicherweise zu conserviren; hierbei fand ein starker, flockiger Niederschlag statt. Von einer derartigen Conservirung der bereits etwas übelriechenden Transsudate der Leiche Sarring wurde Abstand genommen und blieben die betr. Fläschchen wohlverschlossen einstweilen bei Zimmertemperatur stehen. Die Organtheile übertrug ich am 3. Mai in frischen Alkohol, der in den nächsten Wochen je nach Bedarf gewechselt wurde.

Mir ist die spärliche Literatur der Hadernkrankheit nur in Referaten zugänglich gewesen. Aus den letzten Jahren habe ich überhaupt nichts über diesen Gegenstand finden können und scheint die oben citirte Abhandlung von Soyka in Eulenburgs Realencyclopädie mit das Neueste zu sein. Soweit mir zu ermitteln möglich gewesen, ist über die Aetiologie der uns beschäftigenden Krankheit bis jetzt ganz Sicheres nicht bekannt. Man sah die Affection, wenn ich recht unterrichtet bin, ziemlich allgemein, für Milzbrand an — etwa Anthrax pulmonum, hervorgerufen durch Inhalation von Milzbrandsporen, welche im Hadernstaube enthalten waren. So wurde von Klob und Heschl (in den siebziger Jahren) die Beziehung der Erkrankung zu Milzbrand betont oder direct behauptet (Soyka). Frisch[1] stellte experimentelle Untersuchungen an. Er operirte mit dem Blute eines Hundes, welcher mit dem Blute eines Hadernkranken inficirt worden und in kurzer Zeit unter den Erscheinungen der Sepsis zu Grunde gegangen war. Die Blutflüssigkeit dieses Hundes, mit Glycerin zu gleichen Theilen vermischt, enthielt nur Keime die als Sporen gedeutet wurden, keine Stäbchen. Verimpfte Frisch sie in die Cornea von Versuchsthieren, so entwickelten sich unter Hornhautvereiterung „lange charakteristische Stäbchenformen“. Bei subcutanen Impfungen unter die Rückenhaut von Thieren, die in 18 bis 24 Stunden starben, fand Frisch Bacillen im Blute — zahlreiche bewegliche, meist sehr lange Stäbchen, welche mit denen des Milzbrandes die grösste Aehnlichkeit besassen — „und gelangte durch Culturversuche zu Resultaten, die mit den von Koch bei Milzbrandbacillen vorgefundenen übereinstimmten“ (Soyka).

Frisch hielt es für möglich, dass die Hadernkrankheit Milzbrand sei, betonte aber andererseits auch die Möglichkeit, dass die als Milzbrand gedeuteten Fälle von Hadernkrankheit sowie manche analoge trotz der ausserordentlich grossen Uebereinstimmung, dennoch eine bisher nicht

---

[1] Soyka, a. a. O., und Virchow-Hirsch, *Jahresbericht* pro 1878. Bd. I. S. 290. (Original-Mittheilung in der *Wiener medicinischen Wochenschrift.* 1878. Nr. 3—5).

näher bekannte Infectionskrankheit sui generis darstelle. So erwiesen sich z. B. die von Frisch im Impfmaterial constatirten „Dauersporen" als resistent gegen Glycerin, was nach ihm beim Milzbrand nicht der Fall sein sollte (Virchow-Hirsch a. a. O.).

Es lag in der Natur der Sache, dass die Untersuchung der unserem Leichenmaterial entnommenen Flüssigkeiten und Organtheile eine vorzugsweise auf die bacteriologische Seite der Frage gerichtete war. In der umfassenden Weise vorzugehen, wie die moderne Bacteriologie jetzt mit Recht fordert, war mir nicht möglich. Der durch meine Berufsthätigkeit bedingte Mangel an Zeit, sowie die Nothwendigkeit fast Alles improvisiren zu müssen, legten mir mancherlei Hindernisse in den Weg, von denen einige unüberwindlich waren. Doch scheinen mir die Resultate meiner Untersuchungen trotzdem, dass letztere noch mancherlei Ergänzung bedürfen, immerhin einer Mittheilung werth zu sein.

Ich arbeitete mit einem vorzüglichen Mikroskope von E. Leitz in Wetzlar (Stativ Nr. Ia) mit Obj. 7, Ocul. 1, Tubus ausgezogen, und mit Oelimmersion $^1/_{12}$, Ocul. 1, Tubus ausgezogen, Abbescher Beleuchtungsapparat. Bei letzterer Vergrösserung sind die Messungen angestellt worden.

Als ich mich an das Studium meiner Trockenpräparate machte, waren mir die Untersuchungen von Frisch noch unbekannt. Ich rechnete mit Bestimmtheit darauf, Milzbrandbacillen zu finden, und färbte daher zu allererst eine Serie von Präparaten der oben genannten Flüssigkeiten (Transsudate und Blut) nach der Gram'schen Methode, einer Methode, nach der ich früher bereits mehrfach Milzbrandpräparate behandelt hatte, und die ich stets zu allererst anzuwenden gewohnt bin, wo es sich um den Nachweis von Mikroorganismen handelt.

Der Befund war insofern ein positiver, als ich in sämmtlichen Gram-Präparaten (Gentianaviolett) Stäbchen constatiren konnte, insofern jedoch ein negativer, als diese Stäbchen nach alle dem, was ich bisher von Milzbrandbacillen (gelegentlich zweier Fälle von Anthrax intestinal.)[1] gesehen hatte, nicht Milzbrandbacillen waren. Die näheren Charaktere dieser sich mir präsentirenden Stäbchen waren folgende: Sie waren ca. 0·0016 mm dick und 0·0032 bis 0·005 mm lang, doch fanden sich auch nicht selten Exemplare, die nur 0·0025 mm lang waren, während andere die Länge von fast 0·0075 mm erreichten und noch längere Fäden ab und zu sich präsentirten. Die Dicke dieser Stäbchen schien überall so ziemlich dieselbe zu sein und 0·003 mm die normale Länge der vegetativen

[1] Vgl. meinen „Bericht aus dem allgemeinen Krankenhause zu Riga über die im Jahre 1884 ausgeführten Leichenöffnungen. *Petersburger medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 34 ff.

Zelle. Ihre Enden waren deutlich abgerundet, nicht scharf abgestutzt wie beim Bacillus Anthracis, so, dass die kürzesten Stäbchen mehr grossen eiförmigen Kokken glichen; beim Heben des Tubus traten an den Enden scheinbare knopfartige Verdickungen auf. Ein Vergleich mit Milzbrandstäbchen (Gram-Präparat mit Gentianaviolettfärbung) liess sofort den Dickenunterschied zwischen den beiden Arten deutlich hervortreten. Die Stäbchen meiner Präparate waren dicker als Anthraxbacillen, die Länge variirt bei beiden.

Der „Bacillus Nr. I", wie ich dieses Stäbchen hinfort der Kürze wegen nennen will, kam sowohl einzeln als zu Ketten vereinigt vor, letztere aus einigen wenigen bis zu 20 und 30 Gliedern bestehend und nicht selten gebogen, geschlängelt, gewunden oder zu einem Haufen zusammengeknäult. Kurze, ovoïden Kokken gleichende Glieder fanden sich vorzugsweise an den Enden der Ketten — die Stäbchen wurden hier immer kürzer und kürzer und endlich zu mehr kugligen Gebilden. Einzeln, d. h. ohne Zusammenhang mit einer Kette oder doch einigen wohlgestalteten Stäbchen, kamen diese kugligen Gebilde nicht vor. Sie scheinen mir das Product eines Zerfalls der Stäbchen zu sein; es fanden sich nämlich auch Stäbchen, die nur blass blau gefärbt waren und drei oder vier einander berührende oder fast berührende ovoïde intensiv gefärbte Gebilde einschlossen, ferner blassblaue Stäbchen, welche solche stark gefärbte Kügelchen in distincterer Stellung von einander einschlossen und endlich blassblaue nicht scharf conturirte, ein eigenthümlich, höchst feinkörniges Wesen darbietende Stäbchen, die überhaupt gar keine intensiver gefärbten Partien enthielten — wie mir scheint, ihr Tinctionsvermögen verloren hatten. Doch könnten diese Bilder auch als die verschiedenen Stadien einer Sporenbildung und eines Wachsthums der Sporen gedeutet werden.

Die in Rede stehenden Bacillen fanden sich im Sinusblute etwa in jedem 6. oder 7. Gesichtsfelde — meist als Kettchen oder in kleinen Knäulen. Im Pericardialtranssudate musste ich erst eine grössere Reihe von Gesichtsfeldern passiren lassen, ehe ich sie überhaupt fand — sie waren hier noch viel spärlicher vertreten; relativ am reichlichsten, nämlich fast in jedem Gesichtsfelde, wenigstens in einzelnen Exemplaren — wurden sie in den beiden Pleuratranssudaten angetroffen. Andere Mikroorganismen als die beschriebenen Stäbchen fand ich in den Gram-Präparaten nicht und ich muss gestehen, dass ich etwas getäuscht war, da ich gehofft hatte, Milzbrandbacillen in „enormer Menge" anzutreffen.

Eine zweite Serie von Deckgläschen färbte ich in concentrirter Anilinwasser-Gentianaviolettlösung, einige Minuten, spülte den überschüssigen

Farbstoff in Wasser ab, liess hierauf Alkohol einwirken — aber kaum so lange, als etwa zur Differenzirung von Kern- und Protoplasmafärbung genügt — einige Secunden, spülte dann wieder in Aq. dest., trocknete zwischen Fliesspapier und über der Flamme und brachte die Präparate mit Nelkenöl auf den Objectträger.

Gleich das erste der derartig gefärbten Trockenpräparate (Pleuratranssudat der Leiche Osching) wies einen, weil nicht vermuthet, geradezu überraschenden Reichthum an Stäbchen auf. Dies war in der That „eine enorme Menge von stäbchenförmigen Bacterien", im Vergleich zu den spärlichen Befunden in den Gram-Präparaten. Bei genauerer Durchsicht fiel bald auf, dass die Bacillen, welche sich jetzt in so grosser Menge präsentirten morphologisch verschieden waren von dem „Bacillus Nr. I" der Gram-Präparate. Denn der neue Bacillus war ein schlankes Gebilde von 0·00636 bis 0·00795 mm Länge und 0·00053 bis 0·00079 mm Dicke. So präsentirten sich die weitaus zahlreichsten Exemplare. Oft lagen diese Stäbchen einzeln oder, noch häufiger, aber zu je zwei in einer starren Linie zusammen, einen sehr kleinen Zwischenraum, der etwa ihrer Dicke gleichkam, zwischen ihren Enden lassend. Nicht selten bemerkte man genau in der Mitte des Stäbchens ein helleres Pünktchen, so, dass es nicht möglich war in jedem Falle mit Bestimmtheit zu sagen, ob das Gebilde ein einziges Stäbchen sei, oder aus zwei mit ihren Enden aneinander liegenden halb so kurzen Stäbchen bestehe. Solche kürzere Exemplare, von c. 0·00318 mm Länge fanden sich nämlich auch, jedoch in der Minderzahl. Ich vermag nicht mit Sicherheit anzugeben ob 0·00636 oder 0·00318 mm als ihre normale Länge zu nehmen ist. Auch zu 3 und 4 wurden die längeren Stäbchen aneinander gereiht gefunden und zeichnete sich solch' eine Kette durch eine gewisse Starrheit aus. Noch seltener kamen leicht geschwungene aus diesen Bacillen zusammengesetzte Fäden vor. Das einzelne Stäbchen hatte schwach abgerundete Enden und nicht selten zeigte sich das eine Ende leicht keulenförmig oder kolbig angeschwollen. Eine solche Anschwellung war dann nur in der Peripherie gefärbt. Hatten die Präparate bereits einige Tage in Nelkenöl gelegen oder hatte man bei der Färbung den Alkohol ein paar Secunden länger einwirken lassen, so trat unter geringem Abblassen bei nicht wenigen Stäbchen eine Ungleichmässigkeit der Färbung ein, insofern als dunkelgefärbte Theilchen mit gleich grossen sehr hell und blass gefärbten abwechselten, das Stäbchen jedoch als ganzes ebenso scharf contourirt blieb.

Ferner fanden sich in diesen Präparaten kürzere Ketten von kaum 0·0012 mm Durchmesser haltenden Kokken und der bereits bekannte „Bac. Nr. I" jedoch nicht in grösserer Zahl als bisher, so dass er den schlanken Stäbchen gegenüber, welche an Zahl vollkommen die Situation beherrschten,

ganz in den Hintergrund trat. Die Kokkenketten waren ebenso spärlich vertreten.

Ebenso wie das zuerst durchmusterte Deckglaspräparat (Pleuratranssudat der Leiche Osching) verhielten sich die übrigen Transsudatpräparate, nicht jedoch das Sinusblut: hier fand sich allerdings auch der neue schlanke Bacillus jedoch so spärlich, dass die ersten Bacillen trotz ihrer geringen Zahl zum mindestens ebenso stark vertreten zu sein schienen.

Ein solcher Reichthum an Bacterien, wie ihn die zweite Serie der Deckglaspräparate aufwies, konnte unmöglich schlechtweg auf einen blossen Zufall bezogen werden, vielmehr drängte sich mir die Ueberzeugung auf, dass in den Flüssigkeiten zwei verschiedene Bacillenarten vorhanden sein müssten, von denen die eine nach Gram färbbar war, die andere sich nach dieser Methode nicht färbte. Die Probe war bald gemacht. Nachdem ich sämmtliche Gram-Präparate nochmals einer eingehenden Besichtigung unterzogen und durchaus keinen einzigen schlanken Bacillus aufgefunden hatte, wurden die betreffenden Deckgläschen vorsichtig vom Objectträger entfernt, das ihnen anhaftende Nelkenöl mit Alkohol gründlichst abgespült, dieser wiederum durch Wasser beseitigt, das Gläschen zwischen Fliesspapier getrocknet, durch die Flamme gezogen und abermals in Gentianaviolett gefärbt. Statt der Gram'schen Behandlung folgte aber dann nur kurzes Abspülen in Wasser, secundenlange Einwirkung von Alkohol, wieder Wasser, Trocknen, Nelkenöl.

Jetzt fanden sich auch in den ehemaligen Gram-Präparaten die schlanken Bacillen in grösster Menge. Am auffallendsten war der Unterschied in dem Pericardialtranssudat der Leiche Sarring, in welchem ich vorher nach Mikroorganismen hatte suchen müssen, während jetzt ein jedes Gesichtsfeld die schlanken Stäbchen in Fülle aufwies.

Dieses Experiment der zweimaligen Färbung eines und desselben Deckglaspräparates habe ich später vielmals wiederholt und stets mit demselben Erfolge. —

Die Blutpräparate waren die einzigen, in denen die erstgefundenen Bacillen möglicherweise vorherrschten. An einigen Deckgläschen habe ich die schlanken Bacillen überhaupt nicht auffinden können und blieb es bei den spärlichen dicken und den ebenso spärlichen Kokkenkettchen.

Das Unvermögen der schlanken Bacillen sich nach Gram zu färben hatte seinen Grund in ihrer Empfindlichkeit gegen Alkohol. Sie geben ihren Farbstoff sehr leicht an diesen ab; es liess sich diese Beobachtung sowohl an Gram-Präparaten machen, wie an solchen, die ohne dazwischen liegende Wirkung von Jod-Jodkaliumlösung dem Alkohol übergeben wurden — besonders augenfällig und bequem demonstrirbar an solchen

Deckgläschen, an denen die Flüssigkeitsschicht ungleichmässig dick angetrocknet war. Entfärbte man derartige Gram-Präparate absichtlich unzureichend, so, dass in den dickeren Partien noch ein blauer Schimmer sichtbar blieb, so fanden sich in dieser Zone schön gefärbte schlanke Bacillen, in der nächst dünneren Schicht ebenfalls, aber schon sehr viel spärlicher und blass gefärbt, in der dünnsten vollkommen entfärbten Schicht fehlten sie gänzlich. Setzte man dasselbe Deckgläschen nun noch weiterhin der Einwirkung des Alkohols aus, so konnte man mit Sicherheit sämmtliche schlanken Bacillen aus dem Präparate verschwinden machen und es blieben nur noch die plumpen kurzen Stäbchen nach. Eine abermalige Färbung mit Gentianaviolett und kurze Behandlung mit Alkohol rief sie dann wieder mit derselben Sicherheit in die Erscheinung, auch an den dünnsten Stellen.

Ganz ebenso schienen sich die Kokkenkettchen zu verhalten, doch habe ich hierauf nur beiläufig geachtet.

Nach diesen Erfahrungen glaube ich annehmen zu müssen, dass bei der Gram'schen Methode das Jod die Rolle eines Fixativs für den Farbstoff dem Alkohol gegenüber spielt und nicht das entfärbende Moment ist, wie das Flügge[1] anzunehmen scheint.

Die schlanken Bacillen, welche in allen Transsudatflüssigkeiten so sehr alle übrigen Mikroorganismen an Menge überwogen, konnten höchst wahrscheinlich nur diejenigen sein, welche die Autoren gemeint hatten, wenn sie von „enormen Mengen von stäbchenförmigen Bacterien" berichteten. Auf ihre nähere Bestimmung war denn naturgemäss meine Hauptaufmerksamkeit gerichtet.

Dass sie nicht Milzbrandbacillen waren, schien nach ihren morphologischen Eigenthümlichkeiten und ihrem Verhalten Farbstoffen gegenüber (spec. Gram's Methode) bereits ziemlich zweifellos zu sein. Einige Umschau in der Literatur und namentlich die Durchsicht der Koch'schen Photogramme im ersten Bande der Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes bestimmten mich, in erster Reihe den Bacillus des malignen Oedems (Koch) anzunehmen, resp. eine Bacillenart, welche sich morphologisch von ihm nicht unterscheiden lässt. Photogramm N. 43 auf Taf. VIII der citirten Veröffentlichungen kann als vorzüglichste Illustration meiner Bacillen dienen. Eine Stütze fand diese Annahme in der Färbungseigenthümlichkeit der fraglichen Organismen: in Eisenberg's „Bacteriologischer Diagnostik" Tab. 15 sub N. 34 fand ich zuerst die Notiz, dass die Bacillen des malignen Oedems nach Gram's Methode nicht färbbar seien. Ich werde den bisher als schlankes Stäbchen bezeichneten

[1] *Die Mikroorganismen.* Leipzig 1886. S. 643.

Mikroorganismus hinfort „Oedembacillus“ nennen. Es soll hiermit nichts präjudicirt werden.

Der „Bacillus Nr. I“ hatte, wo er als gut gefärbtes Stäbchen erschien, noch am meisten Aehnlichkeit mit Photogramm Nr. 73 auf Taf. XIII der obengenannten Mittheilungen. Dieses Photogramm stellt Bacillen aus dem Pericardialserum einer Leiche dar, welche im Sommer drei Tage gelegen hatte, ehe sie secirt wurde. Ich sage Aehnlichkeit, denn die meinigen waren meist kaum halb so lang, als die dort abgebildeten.[1]

Diejenige Bacillenart, welche ich in erster Reihe in den Präparaten anzutreffen gehofft hatte — der Bacillus anthracis — schien also in den Transsudatflüssigkeiten nicht vorhanden zu sein.

Ein jedes einzelne der vielen Tausend Stäbchen auf seine morphologischen und Färbungseigenthümlichkeiten zu prüfen, war selbstverständlich nicht möglich — ein Uebersehen also immerhin, auch bei der aufmerksamsten wiederholten Durchmusterung der Präparate nicht absolut ausgeschlossen. Es konnte ferner die Möglichkeit vorliegen, dass dieses oder jenes als dickerer „Oedembacillus“ gedeutete Stäbchen oder ein dünneres und längeres Exemplar des „Bacillus Nr. I“ ein Antraxbacillus sei. Hierüber sowohl, als über die Natur der vorgefundenen Stäbchen konnten nur das Thierexperiment und Culturversuche entscheiden.

Mit der Anstellung von Culturen auf festem Nährboden konnte ich erst am 6. Mai beginnen, da ich keine sterilisirte Gelatine oder Agar vorräthig hatte. Versuche mit den an Deckgläschen und Fäden eingetrockneten Transsudaten und dem noch erhaltenen nicht mit Alkohol versetzten Pleura- und Pericardialtranssudat der Leiche Sarring förderten Kokken zu Tage, offenbar mehrere verschiedene Arten, und dicke Bacillen, die möglicherweise identisch waren mit dem dicken Stäbchen („Bacillus Nr. I“) der Trockenpräparate, die schlanken Bacillen jedoch (den „Oedembacillus“), auf die es mir hauptsächlich ankam, erhielt ich auf diesem Wege nicht. Es erschien mir förderlicher, die Züchtungen vor der Hand aufzugeben und Infectionsversuche anzustellen.

Am 10. Mai, also 10 Tage nach Entnahme der Flüssigkeiten aus den Leichen standen mir drei kleine Kaninchen zur Disposition. Das obgenannte Pleuratranssudat hatte bis dahin im verkorkten Fläschchen bei

---

[1] Vgl. meine Photogramme und die zu denselben gehörigen Bemerkungen. Das letzte mir noch verbliebene Deckglastrockenpräparat (Pleuratranssudat Osching) wurde zum Zwecke der Photographie mit Bismarckbraun gefärbt. Die Färbung war keine ganz gelungene. In diesem Präparate fand ich ausser den beschriebenen Bacillen vereinzelt noch Stäbchen, die an Photogramm Nr. 76 von Koch erinnerten. Sonst habe ich sie nirgends wiedergefunden. Ich habe sie im Texte nicht weiter berücksichtigen können und stelle ihre Bedeutung des der „Bac. Nr. I“ gleich.

Zimmertemperatur (12—15° R.) gestanden; es stellte eine bräunliche, in dünner Schicht grünliche Flüssigkeit dar, welche sehr übel roch und etwas Gas entwickelt hatte. Eine Untersuchung derselben am 10. Mai ergab die uns bereits bekannten Mikroorganismen, die schlanken Stäbchen jedoch in auffallend geringerer Menge, als in dem frischen Transsudate (Zerfall? Sporenbildung?)[1]

Die dicken Bacillen und die Kokkenkettchen schienen sich weder vermehrt noch vermindert zu haben. Als neu hinzugekommene Bestandtheile fanden sich höchst feine Stäbchen[2] und kleinste Kokken, beides in nicht bedeutender Menge. Mein Infectionsmaterial stellte also ein Bacteriengemisch dar, welches mir keine allzu grossen Hoffnungen auf ein reines Resultat gestattete. Doch glaubte ich immerhin folgendes annehmen zu können: Waren ein Theil der Bacillen Milzbrandbacillen, von mir als solche nicht erkannt, so musste die Injection einer grösseren Menge des Fluidums — etwa einer vollen Pravaz'schen Spritze — einem kleinen Kaninchen wohl genügende Mengen dieses Virus einverleiben, um es an Milzbrand zu Grunde gehen zu lassen. In den Organen des Thieres mussten sich dann die charakteristischen Stäbchen in ihrer bekannten Vertheilung in den Blutwegen durch Färbung nach der Gram'schen Methode finden. Waren keine Milzbrandstäbchen in dem Transsudate enthalten, so hoffte ich, das Thier werde an malignem Oedem sterben, vorausgesetzt, dass die von mir als „Oedembacillen" bezeichneten Stäbchen wirklich die Koch'schen Oedembacillen waren. Alsdann war in den Organen etwa folgender Befund zu erwarten; Milzbrand ähnliche Stäbchen jedoch nicht gebunden an das Blutgefässsystem, sondern in charakteristischer Vertheilung an der Oberfläche der Organe (Gaffky), nicht färbbar nach Gram. Waren Milzbrandbacillen und Koch'sche Oedembacillen zugleich in dem Transsudate vorhanden, so konnte eine Mischinfection von Milzbrand und malignem Oedem, wie das nach Koch vorkommen soll, erfolgen. Ich weiss nicht, wie das pathologisch-anatomische Bild sich in solchen Fällen gestaltet, nahm jedoch an, dass sich hierbei, sowohl Milzbrandstäbchen — nach Gram färbbar — als Oedembacillen — nach Gram nicht färbbar — in den Organen finden würden. Kam keine von den drei Infectionen zu Stande, so ging das Thier möglicherweise an einer nicht näher charakterisirbaren septischen Erkrankung zu Grunde — etwa durch den Bacillus Nr. I", die feinsten Stäbchen und die Kokken. In jedem Falle sollten

[1] In der Folge verminderte sich die Zahl der „Oedembacillen" in der Flüssigkeit mehr und mehr und am 10. Juni konnte ich sie in derselben überhaupt nicht mehr nachweisen. Ein Kaninchen, welchem von dieser Flüssigkeit drei volle Pravaz'sche Spritzen injicirt wurden, blieb am Leben.

[2] Erinnernd an Photogramm Nr. 41 von Koch (Bacillen in Mäusesepticämie).

mit dem aus dem Versuchsthiere gewonnenen Materiale Culturen angelegt werden.

Am wahrscheinlichsten war mir, dass ich malignes Oedem erhalten würde. Die „Oedembacillen" waren in den Flüssigkeiten in so überwältigender Mehrzahl im Vergleich zu dem „Bacillus Nr. I" und den Kokken vorhanden, das wohl kaum andere Organismen, als die exquisit bösartigen und in kleinster Menge tödtenden Milzbrandstäbchen gegen sie im Kampfe ums Dasein hätten bestehen können — und eben diese schienen mir gänzlich zu fehlen.

Am 10. Mai injicirte ich einem kleinen grauen Kaninchen 8 Theilstriche einer Pravaz'schen Spritze des eben besprochenen Pleuratranssudates unter die Haut der rechten Seite des Bauches. Am 10., 11. und 12. Mai keine auffälligen Erscheinungen, ausser verminderter Fresslust am letztgenannten Tage. Am späten Abend dieses Tages keine Veränderung, am 13. Mai Morgens 8 Uhr wird das Thier im Käfig todt gefunden. 12 und 24 Stunden nach der Injection hatte ich dem Kaninchen Blutproben aus dem Ohre entnommen. Dieselben erwiesen sich bei der mikroskopischen Untersuchung als frei von Mikroorganismen und ebenso blieben sämmtliche mit diesem Blute angestellte Reagensglasculturen steril, sowohl die bei Zimmertemperatur, als auch die bei Brutemperatur gehaltenen.[1]

Die Section des Versuchsthieres wurde am 13. Mai Mittags 12 Uhr vorgenommen, und zwar, da ich malignes Oedem erwartete, unter gewissen Cautelen, um sofort Culturen in derselben Weise anstellen zu können, wie Hesse[2] angegeben. Nachdem der Cadaver in $1^0/_{00}$ Sublimatlösung getaucht und mit derselben gründlichst, d. h. bis zur vollständigen Durchnässung des Felles abgespült worden war, durchtrennte ich mit immer wieder auf's Neue ausgeglühter Scheere und Pincette, den Cadaver in den kurzen Pausen durch eine Glasglocke schützend, die Haut in der rechten Axillarlinie und zog sie nach beiden Seiten hin ab. An der Injectionsstelle fand sich eine fast bohnengrosse in der Subcutis gelegene Höhle. Dieselbe war mit Gas erfüllt, überall hin scharf abgesetzt und mit einem dicklichen, rahmigen Belage von gelblicher Farbe ausgekleidet. In diesem Belage fanden sich ausser Detritus feinste Stäbchen und kleinste Kokken, wie sie auch in der Injectionsflüssigkeit zu sehen gewesen waren, von

[1] Als Nährboden diente mir hier, sowie bei allen noch weiterhin zu erwähnenden Culturversuchen, die von Hüppe *„Die Methoden der Bacterienforschung* (Wiesbaden 1885) S. 105 empfohlene Nährgelatine: Pepton 3 Proc., Traubenzucker 0·3 Proc., Fleischextract 0·5 Proc. mit dem nöthigen Zusatz von Gelatine, bez. Agar. Neutrale oder schwach alkalische Reaction.

[2] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 14.

grösseren Stäbchenformen und grösseren Kokken keine Spur. In nächster Umgebung dieses Abscesses keinerlei Veränderung, speciell keine Andeutung eines Oedems; das subcutane Bindegewebe trocken, glanzlos. Weiterhin aber, am Bauche, noch mehr an der Brust, ferner zwischen den Oberschenkeln und an der Innenseite dieser letzteren findet sich im subcutanen Bindegewebe klares, röthliches Serum, welches sich mit dem Scalpell in grossen Tropfen abstreifen lässt, keine Gasentwickelung, kein übler Geruch. Sofortige Anfertigung von Deckglas-Trockenpräparaten. Aus einer frisch blossgelegten Partie werden zwei ca. apfelkerngrosse Stückchen serös durchtränkten Bindegewebes excidirt und mit geglühtem Platindraht möglichst schnell in Nähr-Agar versenkt — und zwar das erste Stückchen ca. 4 cm tief unter die Oberfläche gebracht, das zweite mit einem kleinsten Zipfel ausserhalb der Agar belassen.

Nach Angabe der Autoren (Koch,[1] Gaffky,[2] Hesse[3]) findet eine lebhafte postmortale Vermehrung der Oedembacillen im Cadaver statt. Da ich allen mir bekannten Schilderungen nach, es sicher mit malignem Oedem zu thun zu haben glaubte, wurde, um eine solche Vermehrung der Bacillen zu erzielen, von einer Eröffnung der Körperhöhlen des Thieres Abstand genommen, dasselbe vielmehr nach abermaligem Abspülen in $1^0/_{00}$ Sublimatlösung in Fliesspapier eingeschlagen, welches mit derselben Lösung durchtränkt war, und unter einer Glasglocke bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach 24 Stunden Section der Körperhöhlen: In Pleura und Pericardialsack seröse Ergüsse, fast vollkommen klar, von bräunlicher Färbung, desgleichen, jedoch in sehr bedeutend geringerer Menge, in der Bauchhöhle. Die Organe liessen makroskopisch nichts Auffallendes erkennen, die Milz war nicht vergrössert.

Die Untersuchung des Blutes, der serösen Flüssigkeiten und der Organsäfte des Kaninchens ergab folgendes:

1. Das subcutane Serum (Oedemflüssigkeit) enthielt in grosser Zahl schlanke Stäbchen von den oben bereits ausführlich geschilderten Eigenschaften, sowohl morphologisch als in ihren Färbeigenthümlichkeiten vollständig übereinstimmend mit den in den Flüssigkeiten der menschlichen Leichen constatirten „Oedembacillen"; ferner, relativ spärlich dicke, kurze Stäbchen und Kokken, morphologisch gleichfalls mit den als „Bacillus Nr. I" bezeichneten und den ebenfalls erwähnten Kokken übereinstimmend.

2. In den Präparaten vom Transsudate der Pleuren und des Peri-

[1] A. a. O. S. 53.
[2] *Ebenda.* S. 88.
[3] A. a. O.

cards, welche sich gleich verhielten, war das Gesichtsfeld von Oedembacillen erfüllt; sie waren hier in dem gleichen Volum Flüssigkeit offenbar noch viel reichlicher vorhanden, als im subcutanen Serum. Unter ihnen fanden sich häufig dieselben Formen, die ich in geringerer Frequenz auch schon in den menschlichen Transsudaten angetroffen hatte und (nach den Schilderungen Hesse's) als in der Sporenbildung begriffene Stäbchen anzusehen geneigt bin. Spindel- oder keulenförmige Anschwellung des einen Endes von zwei aneinander liegenden Stäbchen, Verlust des Tinctionsvermögens im Centrum dieser Anschwellung. Ausser diesen Organismen fanden sich ferner — zwar spärlich aber doch in jedem Gesichtsfelde — bis zu 0·025 und mehr lange Fäden, leicht geschwungen oder etwas wellig — in jedem Gesichtsfelde 2—4, von ca. 0·0005 mm Dicke, um eine Spur dünner, als die „Oedembacillen". Diese Fäden zeigten dieselbe Färbungseigenthümlichkeit, die wie erwähnt, bei den „Oedembacillen" nicht selten anzutreffen war und die auch Koch von seinen Oedembacillen in dem oben genannten Photogramm wiedergiebt — sie waren nämlich nicht gleichmässig tingirt, sondern es wechselten gleich grosse, fast quadratisch dunkelgefärbte mit eben solchen hell oder gar nicht gefärbten Theilchen regelmässig ab — ein sehr zierliches Bild gewährend. Die Enden solcher Fäden waren abgerundet, mit ihnen verglichene Milzbrandfäden (aus einer Cultur) erscheinen fast doppelt so dick und in der bekannten Weise gegliedert, während die Fäden meiner Präparate ein continuirliches Ganze darstellten. Ich vermuthe, dass diese Gebilde zu Fäden ausgewachsene „Oedembacillen" darstellen. Endlich wurden angetroffen einzeln liegende, nicht zu Ketten vereinigte Kokken von ca. 0.0008 mm Durchmesser und die bekannten dicken Stäbchen, letztere jedoch so spärlich, dass nicht selten eine Durchmusterung mehrerer Gesichtsfelder nöthig war, um sie zu finden. Von all diesen Organismen färbten sich nach Gram nur die spärlichen Exemplare des „Bacillus Nr. I" und die Kokken.

3. Das Transsudat der Bauchhöhle verhielt sich im Wesentlichen wie das der Brusthöhle, nur dass sich hier reichlich dicke Stäbchen fanden, denen wahrscheinlich auch noch Mikroorganismen aus dem Darmcanal beigemischt waren. Das Bild war nicht so rein wie das aus dem Pleura und Pericardialtranssudat.

4. Im Blute (der Ven. jug. ext.) fanden sich beide Stäbchenformen — beide jedoch in gleich geringer Zahl — vereinzelte Exemplare und durchaus nicht in jedem Gesichtsfelde. Bei dieser Spärlichkeit des Vorkommens war es mir nicht gut möglich zu constatiren, welche Form die häufigere war.

Diese Befunde schienen mir auch ohne Untersuchung der Organe des Kaninchens mit Sicherheit für das maligne Oedem zu sprechen, ob-

schon die Infection eine nicht ganz reine war, indem die dicken Bacillen sich auch hier, wenngleich in noch viel geringerer Menge vorfanden, als in den menschlichen Leichen. Die Identität meiner „Oedembacillen" mit den Bacillen des malignen Oedems (Koch) erscheint mir hiernach fast zweifellos.

Was nun die Culturen anbetrifft, welche mit kleinen Stückchen subcutanen Gewebes vom Kaninchen angestellt worden, so konnte, da ein Gemisch von drei morphologisch differenten Bacterienarten verimpft worden war, eine sogen. Reincultur nicht erwartet werden. Die beiden Reagensgläschen wurden sogleich nach der Impfung in ein so gut es ging auf 35—40° C. temperirtes Wasserbad gestellt. Im Gläschen Nr. I (Gewebsstückchen 4—5 cm unter der Oberfläche der Agar) zeigte sich nach 6—7 Stunden in einiger Entfernung vom Gewebsstückchen ein kugliger, trüber Hof, zu welchem hin vom Centrum radiäre Streifen ausstrahlten. Der Einführungscanal, welcher sich sofort wieder geschlossen hatte, und die Oberfläche der Agar klar. Nach 24 Stunden Vergrösserung des Hofes, saturirtere Trübung desselben, namentlich nach unten hin, woselbst weissliche Anhäufungen; Verbreiterung und Saturirung der radiären Streifen; 7 kleine Gasblasen, leichte diffuse Trübung der Agar in der Umgebung des Hofes. Das obere und untere Dritttheil sowie die Oberfläche des Nährsubstrates vollkommen klar und fest. Nach 30—32 Stunden noch weitere Saturirung, radiäre Streifen nicht mehr unterscheidbar; das Gewebsstückchen hat sich etwas gesenkt (Verflüssigung?), Gasblasen zahlreicher geworden. Der obere Theil der Agar fest, so, dass man das Gläschen dreist umkehren kann. Nach ca. 50 Stunden Trübung bedeutend aufgehellt durch Sedimentirung der Pilzmassen in Form horizontal gestellter, gesättigt weisser Streifen an der Grenze des mittleren und unteren Dritttheils der Agar. Oberfläche und oberes Dritttheil fest und vollkommen klar.

Das Gläschen verunglückte leider, als ihm zu weiterer Impfung eine Probe entnommen wurde. In dieser Probe fanden sich vorzugsweise „Oedembacillen" und zwar ganz vorwiegend die kürzeren Formen von 0·00318 mm, so dass ich diese Lauge für das Normalmaass ansehen möchte, was mit den Angaben Gaffky's[1] (0·003—0·0035 mm) übereinstimmt. Daneben fanden sich, wie dies kaum anders zu erwarten war, Kokken und dicke Stäbchen, die ich, wenigstens morphologisch, mit dem „Bacillus Nr. I" der Transsudate identificiren möchte. Drei Theilstriche einer Pravaz'schen Spritze der fast klaren, verflüssigten Agar wurden einem Kaninchen subcutan injicirt. Das Thier blieb am Leben — höchst wahrscheinlich, weil ihm zu wenig Impfmaterial beigebracht worden war.

[1] A. a. O.

Die Cultur war keine reine. Wie die von mir als „Oedembacillen" bezeichneten schlanken Stäbchen in einer Reincultur wachsen, vermag ich nicht anzugeben.

Versuche zur Isolirung der verschiedenen Bacterienarten der Agarcultur konnte ich nur in höchst unvollkommener Weise anstellen, da ich in den letzten Tagen des Mai meine Arbeiten unterbrechen musste. Mit dem was ich unternahm, erreichte ich kein sicheres Resultat. Ich erwähne hier nur, dass mir auch jetzt durch Anstellung von Plattenculturen nicht gelang den „Oedembacillus" zum Wachsthum zu bringen. Dieses negative Resultat hatte jedoch für mich insofern einen gewissen Werth, als es ebenfalls auf den anaëroben Charakter der fraglichen Organismen hinzuweisen schien und dadurch die Wahrscheinlichkeit einer Identität mit den Bacillen des malignen Oedems Koch's noch erhöhte.

Im Reangensglase Nr. 2, wo das Gewebsstückchen zum grössten Theile untertauchte, während ein kleinster Theil desselben über die Oberfläche herausschaute, entwickelte sich an dem untergetauchten Theile eine Trübung ganz in derselben Weise wie in Nr. I. Diese war nach 2 × 24 Stunden wieder vollständig verschwunden, wieder Klärung und dabei Weichwerden (nicht Verflüssigung) der Agar an dieser Stelle aufgetreten, während sich unterdess auf der Oberfläche eine reichliche Pilzentwickelung etablirt hatte. Dieser oberflächlich gewachsene Pilz erwies sich als morphologisch vollkommen übereinstimmend mit den kurzen, plumpen Bacillen der Transsudate der Kaninchenleiche und der menschlichen Leichen. Soweit sich das überhaupt durch Besichtigung zahlreicher Deckglaspräparate constatiren lässt, war es rein cultivirt. Ich stellte von diesem Pilze eine Reihe von Stichculturen an — sie verliefen alle gleich: im Stichcanal wuchs anscheinend nichts, an der Oberfläche fand Wachsthum statt, indem sich von der Impfstelle aus leicht geschwungene schmale Streifen entwickelten, die an Breite zunahmen, so, dass schliesslich, bei Bruttemperatur nach ca. 3 × 24 Stunden die ganze 2.5 cm Durchmesser haltende Oberfläche der Agar, bez. Gelatine mit einem grauen, leicht ins Gelbliche spielenden schmierigen Belage bedeckt war. Hierbei fand keine Verflüssigung des Nährbodens statt. Die Culturen rochen nach Buttersäure und altem Käse.

Es handelte sich also bei diesem Pilz um einen Aëroben (facultativen Anaëroben) von verhältnissmässig langsamem Wachsthum, der im Thierkörper zu vegetiren im Stande ist, höchst wahrscheinlich aber keine hervorragenden pathogenen Eigenschaften besitzt, da er mit Oedembacillen vermengt in verhältnissmässig sehr grosser Menge einem Kaninchen subcutan injicirt den zugleich injicirten Oedembacillen gegenüber nicht die Oberhand zu behaupten im Stande gewesen war.

Eine Untersuchung der Organe der menschlichen Leichen hatte bis hierzu noch nicht stattgefunden und war auch jetzt die Anfertigung von Schnitten nicht gut ausführbar, da die Härtung der Präparate eine noch ungenügende war. Um mich wenigstens vorläufig über das Vorkommen von Bacterien überhaupt und der beiden uns bekannten Stäbchenarten im Specielleu in ihnen zu orientiren, wurden von neuangelegten Schnittflächen kleine Stückchen mit der Scheere exstirpirt, zur Entfernung des Alkohols in destillirtem Wasser gespült und auf dem Uhrschälchen mit einem Glasstabe zerdrückt und zerrieben. Nach Fortschieben der grösseren Partikel erhielt man so eine stark getrübte bräunliche Flüssigkeit, welche sich sehr gut zu Deckglastrockenpräparaten verwenden liess. Dass diese Procedur unter strengster Vermeidung aller nur irgendwie verunreinigender Momente vorgenommen wurde, die einzelnen Organe eine vollständig isolirte Behandlung erfuhren u. s. w., brauche ich wohl nicht des Näheren auseinander zu setzen. Die Untersuchung geschah wie oben an Gram-Präparaten und an einfach mit Gentianaviolett gefärbten. Sie förderte die uns schon bekannten beiden Stäbchenarten, den „Oedembacillus“ und den „Bacillus Nr. I“, sowie Kokken zu Tage. Beliess man die Gram-Präparate nicht bis zur vollständigen Entfärbung im Alkohol, oder liess man andererseits auf Gentianaviolettpräparate den Alkohol einige Secunden länger einwirken, so erhielt man die dicken Bacillen schön dunkelblau, die Oedembacillen heller blau, oder, wie oben geschildert, ungleichmässig gefärbt, und konnte so bequem das Mengenverhältniss der beiden Stäbchenarten zu einander abschätzen. In jedem Falle wurde endlich eine gewisse Zahl von Deckgläschen der zweimaligen Färbung unterworfen. Wo sich Organismen sehr spärlich fanden, nahm ich den Pendelobjectrahmen zu Hülfe.

Die Untersuchung hatte folgende Ergebnisse.

I. Leiche Nr. I (Ohsching). 1. Verdichtete Lungenpartie. In jedem Gesichtsfelde Oedembacillen, nach annähernder Schätzung durch vergleichende Zählung einiger Gesichtsfelder ca. $^1/_5$ derjenigen Zahl, welche sich meist in den Transsudaten präsentirt hatte. Daneben die „Bacillen Nr. I“, sehr viel spärlicher, meist in längeren Exemplaren, von demselben Dickendurchmesser, wie in den Transsudaten, und ebenso deutlich abgerundeten Enden. Der Vergleich mit Milzbrandbacillen liess sie auch hier dicker erscheinen.

2. Anscheinend vollkommen normale Lungenpartie: Die Zahl der Stäbchen überhaupt ist eine bedeutend geringere als in dem pneumonisch verdichteten Lungenstücke. Es scheinen die „Bacillen Nr. I“ die Oedembacillen zu überwiegen, zum mindesten sind beide Arten gleich stark vertreten.

3. Bronchialdrüsen. Beide Stäbchenformen. Die Oedembacillen überwiegen an Zahl die Bacillen Nr. I so sehr, dass letztere vollkommen in den Hintergrund treten. Die Oedembacillen sind hier noch reichlicher vertreten als in der Lunge. Ausserdem Kokken in Einzelexemplaren.

4. Mediastinales Bindegewebe. Hier erhält man fast dasselbe Bild, wie es oben bereits von den Pleuratranssudaten gegeben — sowohl was Frequenz als Mengenverhältniss der einzelnen Organismen — Oedembacillen, „Bacillen Nr. I“ und Kokken zueinander anbetrifft, nur dass hier die Kokken sehr selten zu Kettchen vereinigt vorkommen.

5 und 6. Niere und Leber verhalten sich gleich: 1 bis 2 cm von der Oberfläche entfernt findet man überhaupt gar keine Organismen oder nach langem Suchen vereinzelte Exemplare des „Bacillus Nr. I“; im Gewebe, welches von der Parenchymseite der Bindegewebskapsel abgeschabt wird, lassen sich sowohl Oedembacillen als die dicken Stäbchen („Nr. I“) constatiren, beide Arten sehr spärlich.

7. Milz. Hier gelang es mir anfangs überhaupt nicht Mikroorganismen zu finden und habe ich mich erst nachträglich nach langem Durchsuchen einer grösseren Reihe von Deckglas und Objectträgerpräparaten von der Anwesenheit verschwindend spärlichen Oedembacillen überzeugt. Die dicken Stäbchen („Nr. I“) wurden ebenfalls nur ganz vereinzelt als kurze Glieder hin und wieder angetroffen.

8. Herzmusculatur: Keine von beiden Stäbchenarten. Vereinzelte kleine Mikrokokken.

II. Leiche Nr. II (Sarring). 1. Bronchialdrüsen: es finden sich beide Stäbchenarten, die Oedembacillen überwiegen; die „Bacillen Nr. I“ sind hier bedeutend zahlreicher vertreten als in den Bronchialdrüsen der Leiche I.

2. Milz: verhält sich vollkommen ebenso wie bei Leiche I.

III. Leiche Nr. III (Zelm). 1. Mediastinales Bindegewebe: Beide Bacillenarten in geringer Zahl, doch immerhin in jedem Gesichtsfelde einige Exemplare. Es scheint, dass die „Bacillen Nr. I“ die Oedembacillen an Zahl etwas überwiegen.

2. Milz: wie oben.

3. Herzmusculatur: ziemlich reichlich Bacillen Nr. I, in bedeutend geringerer Zahl Kokken, keine Oedembacillen.

Ausserdem wurde untersucht die, von der Schleimhaut je eines grösseren Bronchus mit dem Scalpell abgestreifte, schmierige Masse, von Leiche Nr. I und Nr. II. Hier fanden sich ebenfalls beide Stäbchenarten, und zwar sehr stark überwiegend die Oedembacillen, der „Bacillus Nr. I“ nur vereinzelt. Diese Beobachtung ist aber nicht ganz einwurfsfrei, denn

es lag die Möglichkeit vor, dass in der Conservirungsflüssigkeit suspendirte Stäbchen nachträglich sich auf die Schleimhaut niedergeschlagen haben könnten — aus anderen Organtheilen. Man durfte zur Abspülung einen nur schwachen Wasserstrahl benutzen, um nicht zu viel Material zu verlieren. Bei den anderen Organtheilen konnte diesem Einwurf von vornherein dadurch begegnet werden, dass nur von frisch angelegten Schnittflächen Stückchen zur Untersuchung excidirt wurden. Doch erscheint es immerhin sehr bemerkenswerth, dass im Bronchialinhalt die Oedembacillen sehr überwogen.

In sämmtlichen Präparaten fanden sich ausser den Stäbchen vereinzelte Kokken; sie machten durchaus den Eindruck rein zufälliger Beimengungen und konnten leicht vollkommen übersehen werden.

Soweit waren meine Untersuchungen gediehen, als ich am 21. Mai 1886 über dieselben in der Sitzung der „Gesellschaft praktischer Aerzte zu Riga" Bericht erstattete, wobei Präparate und Culturen demonstrirt wurden. Indem ich betonte, dass die Mittheilungen nur den Charakter von vorläufigen haben könnten, da die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen seien, sprach ich mich dahin aus, dass ich geneigt sei den Bacillus des malignen Oedems (Koch) für den der Hadernkrankheit eigenthümlichen Pilz anzusehen[1].

Die Untersuchung der Organtheile der menschlichen Leichen und des Kaninchens an Schnitten stand noch aus. Während des Sommers durch Berufspflichten ausserhalb Riga's vollauf in Anspruch genommen, konnte ich mit dieser Untersuchung erst im September beginnen. Bevor ich Schnitte anfertigte, vergewisserte ich mich noch einmal von der Anwesenheit der Bacillen in den Präparaten, indem ich abermals eine grössere Reihe von Trockenpräparaten in derselben Weise herstellte, wie oben geschildert. Ich erhielt ganz dieselben Resultate wie bisher.

Die Schnitte wurden sämmtlich mit dem Mikrotom gewonnen und aus einem Vorrathe von Hunderten die dünnsten ausgewählt. Auf nicht erwartete Schwierigkeiten stiess ich bei der Färbung derselben — trotz wochenlangen Probirens und Modificirens aller mir bekannten und für mich ausführbaren Färbemethoden fand ich keine, die mich vollkommen befriedigte. Die Oedembacillen gaben den Farbstoff mit einer solchen Schnelligkeit an den Alkohol bez. die Säure ab, dass die Anwendung gewisser Anilinfarben ganz illusorisch wurde. Ich will den Leser nicht mit der Aufzählung resultatloser Experimente ermüden. Die besten Erfolge hatte ich noch bei Färbung der Schnitte mit concentrirter wässriger

[1] Ein kurzes Referat dieses Berichtes ist in Nr. 33 der *Petersburger medicinischen Wochenschrift*, August 1886, publicirt worden.

Bismarckbraunlösung, und zwar dann, wenn die Schnitte aus dem Alkohol, in dem sie zur Aufbewahrung lagen, zuerst in Wasser gebracht wurden, dann in die Farbstofflösung — Erwärmung derselben bis zu beginnendem Aufsteigen von Dämpfen, kurze Einwirkung von Alkohol (wenige Secunden), Nelkenöl, Xylol-Canadabalsam. Aber auch hierbei erschienen die Bacillen fast stets blasser gefärbt als die Kerne, so, dass ihr Nachweis in kernreichen Geweben äusserst schwierig, mitunter ganz unmöglich war. Die Organtheile des Kaninchens liessen sich im Ganzen besser färben und konnte (abgesehen vom Bismarckbraun) hier auch von der Färbung mit der starken alkalischen Methylenblaulösung Löffler's erfolgreich Gebrauch gemacht werden, während diese Methode bei den menschlichen Leichentheilen fast stets versagte. Möglicherweise trägt hieran der nicht mehr frische Zustand Schuld, in dem die Organe den Leichen entnommen worden waren. Die Conservirung in Alkohol war eine gute gewesen. Dass die Oedembacillen ihre Färbbarkeit nicht verloren hatten, bewiesen die schönen Färbungen, welche bei immer wieder aufs Neue durch Zerreiben angefertigten Trockenpräparaten mühelos erreicht wurden — am besten mit Gentianaviolett.

Die „Bacillen Nr. I" liessen sich durch die Färbung nach Gram in Schnitten sicher nachweisen.

Von den Organen des Kaninchens wurden Lungen, Leber, Nieren und Milz untersucht. In sämmtlichen Nieren und Leberschnitten waren Oedembacillen in grossen Mengen nachzuweisen — und zwar als die einzig vorhandenen Mikroorganismen. Sie fanden sich, wie das von Gaffky[1] als charakteristisch geschildert wird, ganz vorzugsweise in den der Oberfläche zunächst gelegenen Schichten, am äussersten Rande ziemlich regellos durcheinanderliegend weiterhin zur Tiefe den Bahnen der interstitiellen Bindegewebe folgend, dessen Kerngehalt vermehrt erschien. In der Niere umsponnen sie gleichsam die Harnkanälchen, meist sehr dicht, häufig ruthenbündelähnlich aneinander liegend. Auch die Kapseln der Glomeruli waren nicht selten wie von Bacillenreisern umsponnen, während Stäbchen im Innern der Kapseln nicht vorhanden zu sein schienen. Je weiter von der Oberfläche entfernt, um so mehr nahmen die Stäbchen an Zahl ab, um endlich ganz zu verschwinden. Die bacillenhaltige Zone war bei Leitz Obj. 7, Ocul. 1, Tubus ausgezogen, 2 bis 3 Gesichtsfelder breit.

In der Leber war das Bild ein bei weitem nicht so regelmässiges und zierliches.

An Schnitten von Lunge und Milz waren die Stäbchen nicht nachweisbar, und zwar wohl hauptsächlich wegen der unvermeidlichen inten-

[1] A. a. O. p. 88.

siven Mitfärbung des Gewebes. In beiden Organen waren sie jedoch vorhanden und ihr Nachweis in durch Zerreiben angefertigten Trockenpräparaten leicht. In den Lungen fanden sie sich reichlich in den oberflächlichen Partien, sehr spärlich in den tieferen — über ihre Lagerung kann ich jedoch nichts aussagen; in der Milz, wo wegen der Kleinheit des Organes eine isolirte Behandlung von oberflächlichen und tiefen Partien nicht möglich war, fanden sie sich durchweg nur äusserst spärlich.

Der „Bacillus Nr. I" wurde in den Organen des Kaninchens vollständig vermisst. Bei Färbung nach der Gram'schen Methode konnten in keinem der zahlreichen Schnitte oder Quetschpräparate irgend welche Stäbchen oder sonstige Organismen zur Anschauung gebracht werden. Es war durch diese absolut negativen Befunde also auch eine immerhin mögliche Combination von malignem Oedem mit Milzbrand ausgeschlossen.

Wie die Organe des Kaninchens wurden die der menschlichen Leichen nach Färbung mit Bismarckbraun und der Gram'schen Methode untersucht. Die Färbung der Oedembacillen mit Bismarckbraun (stets controllirt durch a tempo Färbung der stets bacillenhaltigen Schnitte aus der Kaninchenniere) war, trotzdem sie noch am meisten leistete, dennoch nicht ganz sicher; sie schien zuweilen gänzlich zu versagen, ohne dass es mir gelang, hierfür irgend einen Grund ausfindig zu machen. Etwaige negative Resultate waren daher nicht sicher zu verwerthen und mussten nachträglich durch Anfertigung von Trockenpräparaten controllirt werden.

In Schnitten aus den Bronchialdrüsen der Leiche I fanden sich die zahlreichsten Oedembacillen — in jedem Gesichtsfelde ziemlich dicht gesäet — im Ganzen aber ungleich vertheilt, indem einzelne Partien des Drüsenpacketes sie sehr reichlich, andere nur spärlich enthielten. Ihre Lage in der Drüsensubstanz liess keine bestimmte Anordnung erkennen. Reichlich ferner waren sie — in jedem Schnitte — in der Lungenpleura enthalten, hier meist in fadenartig langen Exemplaren, welche übrigens auch in den Bronchialdrüsen nicht selten anzutreffen waren; nur vereinzelt konnte ich sie an Schnitten innerhalb des pneumonisch veränderten Lungengewebes constatiren, doch hier erwiesen Trockenpräparate, dass sie thatsächlich in sehr viel grösserer Menge vorhanden waren, als man sie im Schnitte hatte sichtbar machen können. Vereinzelt fanden sich Oedembacillen in der Bindegewebskapsel der Nieren und der Leber, kaum nachweisbar spärlich im Parenchym selbst — dieser Befund stimmte vollkommen überein mit dem schon früher wiederholt, sowie auch jetzt wieder an Trockenpräparaten gewonnenen. In Schnitten aus der Milz und der Herzmuskulatur habe ich die Stäbchen nicht gefunden — auch nicht vereinzelte Exemplare. Trockenpräparate ergaben auch jetzt für die Herz-

muskulatur ein vollständig negatives Resultat, während es mir dieses Mal gelang, in der Milz nach längerem Suchen einiger Oedembacillen habhaft zu werden.

Ausser den genannten Organtheilen der Leiche I habe ich nur noch die Bronchialdrüsen der Leiche II an Schnitten untersucht und keine Oedembacillen gefunden, an Trockenpräparaten hingegen wie das erste Mal ziemlich reichlich.

Von den nicht an Schnitten untersuchten Leichentheilen (Milz der Leiche II; mediastinaler Bindegewebe, Milz und Herzmuskulatur der Leiche III) wurden ebenfalls wiederum Trockenpräparate angefertigt, die ganz dasselbe Resultat ergaben, wie oben bereits geschildert.[1]

Vermittelst der Gram'schen Methode liess sich über das Vorkommen der „Bacillen Nr. I" mit ziemlicher Sicherheit ein Ueberblick gewinnen. Am reichlichsten fanden sie sich in der Lunge und zwar sowohl in den pneumonischen Partien, als in der anscheinend normalen Lungensubstanz; in beiden Fällen war irgend eine Regelmässigkeit der Vertheilung und Lagerung nicht erkennbar: sie lagen sowohl im Bindegewebsgerüst als innerhalb der Alveolen, in einigen Schnitten mehr in einzelnen, isolirten Exemplaren, in anderen als kleine Haufen oder Züge, in nicht wenigen Schnitten fehlten sie ganz. Im Pleuraüberzug konnten sie nicht gefunden werden, hier waren die Oedembacillen stets allein vertreten. Nächstdem fand ich sie noch am häufigsten in den Bronchialdrüsen der Leiche II ebenfalls ganz ungleichmässig vertheilt, in langen Schnittserien garnicht, dann wieder als kleine Colonie zusammenliegend und zu kurzen geknickten oder gewundenen Fäden ausgewachsen. Ferner wiesen nicht wenige Schnitte aus der Milz der Leiche I diese Stäbchen auf — jedoch durchweg sehr dünn gesäet, bei Leitz Obj. 7. Oc. 1 Tub. ausgez. 4 bis 6 bis 8 kurze, plumpe Bacillen in einem Gesichtsfelde. In den Bronchialdrüsen der Leiche I habe ich sie Anfangs überhaupt nicht auffinden können und erst die Durchmusterung mit dem Pendelobjektrahmen sowie die Untersuchung von Trockenpräparaten liess die spärlichen Stäbchen nicht entschlüpfen. Ebenso verhielten sich Nieren und Leber.

Sowohl mit Schnitten aus der Kaninchenniere und -Leber als auch mit Schnitten aus der Lunge (mit Pleuraüberzug) und den Bronchialdrüsen der Leiche I wurde das Experiment mit der zweimaligen Färbung

[1] Die Oedembacillen waren offenbar in der frischesten Leiche — wenigstens was die Organtheile anbetrifft sicher — am zahlreichsten vorhanden, in der II. und III. augenscheinlich spärlicher. Man wird hierbei erinnert an das oben (S. 320, Anm.) erwähnte Verhalten des bei Zimmertemperatur aufbewahrten Pleuratranssudates in dem im Verlaufe von ca. 4 Wochen sämmtliche Oedembacillen verschwunden waren. In der Leiche IV hätten wir sie vielleicht gar nicht mehr angetroffen.

eines und desselben Schnittes angestellt — erst Färbung nach Gram sodann nach Besichtigung in Nelkenöl und Entfernung dieses durch Alkohol-Färbung in wässriger Bismarckbraunlösung. Das Resultat war dasselbe wie oben von den Deckglaspräparaten angegeben — bei Gram'scher Färbung erhielt man entweder überhaupt keine Stäbchen (Organe des Kaninchens, menschliche Bronchialdrüsen und Pleuraüberzug) oder nur spärlich „Bacillen Nr. I" (menschliche Lunge), bei der nachfolgenden Färbung mit Bismarckbraun Oedembacillen in reichster Fülle überall.

Diese zur Vervollständigung der schon früher gewonnenen Resultate unternommene Untersuchung förderte also nichts Neues zu Tage, sie bestätigte lediglich wie schon anzunehmen war das Frühere.

Welche Bedeutung kam nun den beiden von mir in den Hadernleichen gefundenen Bacillenarten zu?

Den „Bacillus Nr. I" muss ich (ebenso wie die Kokken) als einen zufälligen Befund, als eine, so zu sagen, cadaveröse Erscheinung ansehen. Diese Organismen fanden sich überall, aber verhältnissmässig nur sehr spärlich, reichlicher gerade in denjenigen Leichen, bis zu deren Section längere Zeit post mortem vergangen war. Der Umstand, dass der „Bacillus Nr. I" in den Lungen, also einem der zumeist afficirten Organe relativ noch am reichlichsten sich fand, liess mich Anfangs vermuthen, dass ihm eine gewisse pathogene Bedeutung zukomme und es sich möglicherweise um eine Mischinfektion handele — doch seine ganz regellose Vertheilung, seine Anwesenheit sowohl in den pneumonischen als in den nichtpneumonischen Partien, seine fast vollkommene Abwesenheit in den Bronchialdrüsen der frischesten Leiche schien mir später mit mehr Wahrscheinlichkeit dafür zu sprechen, dass er in seiner Eigenschaft als Aërobe (wie die Culturversuche lehrten) sich vorzugsweise in demjenigen Leichentheile entwickelt hatte, der noch am längsten atmosphärische Luft in sich beherbergt hatte.

Anders steht es mit den Oedembacillen. Sie muss ich, gestützt auf die Resultate aller der geschilderten Untersuchungen und Versuche für die specifischen Erreger der Hadernkrankheit, zum mindesten unserer Fälle von Hadernkrankheit ansehen. Diese meine Ansicht stützt sich hierbei noch auf folgende Ueberlegungen:

In allen bis jetzt darauf untersuchten Fällen von Hadernkrankheit sind, namentlich in den Transsudaten der grossen Körperhöhlen „enorme Mengen von stäbchenförmigen Organismen" gefunden worden. Diese Stäbchen wurden von der Mehrzahl der Autoren für Milzbrandbacillen angesehen und es lag auf der Hand diesen so exquisit bösartigen Mikroorganismus auch für den Erreger der in Rede stehenden selten beobachteten und unter den Erscheinungen einer schnell tödtlich endenden In-

fektion verlaufenden Krankheit anzusehen. Die Untersuchung weiterer, und zwar unserer Fälle dieser Krankheit — in Bezug auf Verlauf und Sectionsbefund vollständig mit den bisher beschriebenen übereinstimmend — ergiebt ebenfalls die Anwesenheit grosser Mengen von Bacillen — mit Hülfe der mittlerweile verfeinerten und vervollkommneten Untersuchungsmethoden erweisen sich diese Bacillen aber nicht als Anthraxstäbchen, sondern als eine Stäbchenart, welche zwar diesen zum Verwechseln ähnlich sieht, aber von ihnen doch morphologisch unterschieden werden kann und in ihren Eigenschaften vollkommen mit den von Koch so genannten „Bacillen des malignen Oedems" übereinstimmt.

Die früheren Untersucher glaubten in ihrem Stäbchen einen Mikroorganismus vor sich zu haben, dessen Virulenz für den Menschen schon lange über allen Zweifel erhaben war. Sie hatten eine gewisse Berechtigung ihm ziemlich ohne Weiteres eine ätiologische Bedeutung beizulegen. Bei den von mir gefundenen Bacillen des malignen Oedems standen die Dinge anders. Hier handelte es sich um einen Mikroorganismus, der bisher nur Versuchsthieren Verderben gebracht hatte, beim Menschen aber noch nicht beobachtet worden war, wenigstens nicht als der Erreger einer lediglich in inneren Organen sich abspielenden Krankheit,[1] — um einen Mikroorganismus ferner, dessen rein zufälliges Vorkommen in faulenden Leichentheilen von berufenster Seite zur Genüge constatirt war. Um ein solches rein zufälliges Vorkommen konnte es sich auch bei den Leichen unserer Hadernkranken handeln. Der Umstand, dass ich während des Sommers die Transsudate der Pleuren und des Pericards von 20 Leichen, die sämmtlich mindestens 36 Stunden gelegen hatten, mit negativem Resultate auf Oedembacillen untersuchte, konnte für mich hierin nichts ändern, mir höchstens zeigen, dass diese Stäbchen denn doch nicht sehr häufig unter genannten Verhältnissen angetroffen werden.

Wohl aber schien mir hier ein anderer Umstand von Bedeutung zu sein.

Waren die Oedembacillen unserer Hadern-Leichen eine rein cadaveröse Erscheinung, so mussten sie in allen Organen und Körperflüssigkeiten ziemlich gleich zahlreich auftreten oder falls man annimmt, dass sie in der Leiche vom Darmcanale aus (Gaffky a. a. O. p. 91) sich in die übrigen Organe verbreiten, in den Organen der Bauchhöhle am reichlichsten anzutreffen sein. Das war nun nicht der Fall. Sie fanden sich vielmehr am weitaus zahlreichsten in denjenigen Organen, in die man während des Lebens den Sitz der Krankheit hatte verlegen müssen und die sich auch

[1] Malignes Oedem beim Menschen beschreiben Brieger u. Ehrlich, *Berliner klinische Wochenschrift.* 1882. Nr. 44, beobachtet nach Injection von T. Moschii bei Typh. abdom. (zwei Fälle).

dem obducirenden Anatomen als am meisten pathologisch verändert erwiesen hatten — dem sulzigen mediastinalen Bindegewebe, den hochgradig geschwellten Bronchialdrüsen, den pneumonisch afficirten Lungenpartien und den die Organe der Brusthöhle umspülenden Transsudaten — und sie fanden sich in verschwindend geringer Menge oder gar nicht in allen übrigen Organen, von deren Seite auch während des Lebens keine krankhaften Erscheinungen sich bemerkbar gemacht hatten und die keinen irgendwie charakteristischen Befund nach dem Tode darboten — Nieren, Leber, Milz, Blut.

Es war pathologisch-anatomisch der Befund an den Hadernleichen vollkommen analog demjenigen von Versuchsthieren, welche durch Infection mit Oedembacillen zu Grunde gegangen waren, derselben Bacillenart, die sich hier in so grosser Menge fand Während dort die Haut das Virus aufnimmt und dasselbe sich in erster Reihe in den Bindegewebsräumen des subcutanen Gewebes weiterverbreitet, bilden hier offenbar die Lungen die Eingangspforte des Infectionsstoffes und übernimmt das mediastinale Bindegewebe und die zugehörigen grossen Lymphräume der Pleuren und des Pericards die Rolle des subcutanen Bindegewebes mit seinen Lymphräumen. Hier wie dort giebt das Bindegewebe die Bahnen zur Weiterverbreitung der Organismen, hier wie dort spielt der Transport durch das Blutgefässsystem, wenn überhaupt, eine nur sehr untergeordnete Rolle; hier wie dort sind es in vorzüglicher Weise die serösen Ueberzüge der Organe, in denen die Stäbchen sich finden und die aus den serösen Häuten transsudirten hier wie dort so charakteristischen Flüssigkeiten.

Diese Erwägungen bestimmten mich bei meiner ersten Mittheilung und sie bestimmen mich auch jetzt für die von uns obducirten vier Fälle von Hadernkrankheit, den Bacillus des malignen Oedems als den specifischen Krankheitserreger anzusehen; dass er es auch in den übrigen Fällen von Hadernkrankheit gewesen, kann selbstverständlich nie zur Gewissheit gelangen, ist aber eine berechtigte Vermuthung. Die in Steiermark beobachteten Fälle, in welchen sich (vergl. S. 298) postulöse Efflorescenzen auf der Schleimhaut der Bronchien, der Trachea und des Oesophagus fanden und die damals auch als Hadernkrankheit gedeutet wurden, gehören, wie ich nunmehr anzunehmen mich berechtigt glaube, nicht hierher, sondern zum Anthrax pulmonum, zwischen welchem und der Hadernkrankheit meiner Meinung nach hinfort wird unterschieden werden müssen.

Weitere auf die vorliegende Frage bezügliche Versuche und Untersuchungen, die ich unternahm, sind aus äusseren Gründen vorläufig Fragment geblieben. Mit dem aus Ligat mitgebrachten Hadernstaube konnte

ich bei Mäusen sicher malignes Oedem erzeugen — es war damit der Beweis geliefert, dass in dem Staube thatsächlich die Sporen des Bacillus enthalten waren. Versuche, durch Culturen die zahlreichen in dem Staube befindlichen Bacterienarten zu isoliren, mussten wegen Mangel an Zeit bald wieder aufgegeben werden — ebenso Versuche, welche bezweckten, bei Thieren (Mäusen und Kaninchen) durch Inhalation von Hadernstaub eine der Hadernkrankheit der Menschen ähnliche Affection hervorzurufen. Berufeneren muss ferner die Beantwortung der Frage überlassen werden, wie es kommt, dass die Oedembacillen sich bei allen künstlichen Culturversuchen als die exquisitesten Anaëroben[1] erwiesen haben und dennoch in der Lunge des Menschen, der Maus (Koch a. a. O.) zu vegetiren vermögen. Giebt es möglicherweise Bacillen, die sich bis jetzt von den Oedembacillen nicht haben unterscheiden lassen und facultative Aëroben sind? Gehört vielleicht der Bacillus der Hadernkrankheit, den man bis auf Weiteres dem Bacillus des malignen Oedems wird zurechnen müssen, dieser fraglichen noch nicht näher bekannten Art an?

Ganz unerklärlich ist ferner die praktisch so wichtige Thatsache, dass Fälle von Hadernkrankheit sich so überaus selten ereigneten, trotzdem die Gelegenheit, den schädlichen Staub einzuathmen, den Arbeitern stets in gleich reichem Maasse gegeben war und, dass wenn sich Erkrankungen zeigten, es meist nicht bei einem einzelnen Falle sein Bewenden hatte, sondern es sich gleich um ein vielfaches Erkranken zu gleicher Zeit, um eine quasi Endemie handelte. Sind dann immer in ganz besonders hohem Grade, in besonderer Weise verunreinigte Lumpen zur Verarbeitung gelangt, oder wird nur die Disposition zur Erkrankung quasi endemisch geschaffen?

Diese Fragen und noch manche andere, die sich von selbst aufdrängen, können vor der Hand kaum durch Muthmaassungen beantwortet werden, und muss die Beobachtung etwaiger weiterer Fälle zur wünschenswerthen Aufklärung beitragen. Diesen zukünftigen Untersuchungen bleibt es auch überlassen, den Bacillus des malignen Oedems als den Erreger der Hadernkrankheit zu bestätigen oder zu verwerfen.

Riga, im Februar 1887.

---

[1] Vgl. Liborius, Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bacterien. *Diese Zeitschrift.* 1886. Bd. I. S. 160.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. II.)

Die Photogramme verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Hrn. Prof M. Glasenapp am Polytechnicum zu Riga. Sie sind mit einem gewöhnlichen, für mikrophotographische Zwecke nicht speciell eingerichteten Apparate hergestellt und entbehren daher der wünschenswerthen Schärfe, so, dass ich in Bezug auf Details auf den Text und namentlich die dort angeführten Koch'schen Photogramme verweisen muss. **Photogramm Nr. 1** giebt das Bild wie es sich bei einfacher Gentianavioletfärbung präsentirte (Pleuratranssudat Osching). Man sieht meist Oedembacillen, oben und unten je einen geknickten Faden der „Nr. I-Bacillen". Denkt man sich diese beiden letzteren allein sichtbar, die übrigen Stäbchen verschwunden, so hat man eine Vorstellung von den Gram-Präparaten. Photographirt wurde mit Zeiss Oel-Im. $^1/_{12}$, Oc. III. Tub. ausgez. Vergrösserung ca. 700.

Photogramm Nr. 2 ist mit denselben Objectiven u. s. w. aufgenommen, die Vergrösserung aber eine geringere, da der photographische Apparat weniger ausgezogen worden war. Dieses Photogramm stellt einen Faden des „Bacillus Nr. I" dar und zwar bestehen die einzelnen Stäbchen hier sämmtlich aus andeutungsweise in ovoïde Körper zerfallenden Theilen. Zur Noth lässt sich sehen, dass der Bacillus etwas dicker ist, als das nach links oben von ihm gelegene Stäbchen (Oedembacillus). Bei unmittelbarer Betrachtung war aber der Unterschied ein meist viel mehr in die Augen fallender und erhält der Leser eine richtigere Anschauung durch einen Vergleich der Koch'schen Photogramme Nr. 43 und Nr. 73 mit einander.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Zur chemischen Reaction der Cholerabacterien.

Von

Dr. Edward K. Dunham.

Im Verlauf einiger Untersuchungen über den Cholerabacillus entdeckte ich gelegentlich, dass der Zusatz von Mineralsäuren zu Bouillonculturen und zu alten verflüssigten Gelatineculturen des Bacillus eine schöne rothviolete Färbung erzeugt, die sich unter günstigen Umständen mehrere Tage lang hält. Alle bisher darauf geprüften Culturen von anderen Mikroorganismen geben diese Reaction nicht; ebensowenig die üblichen Nährmedien, wie Bouillon, Gelatine oder Peptonlösungen an und für sich. Die Bacillen von Finkler und Prior, sowie von Deneke geben eine ähnliche Reaction aber nur unter gewissen, später zu erwähnenden Umständen.

Ich war noch mit weiteren Untersuchungen über diesen Befund beschäftigt, als die Arbeit von Dr. Odo Bujwid in dieser Zeitschrift (Bd. II. S. 52) über denselben Gegenstand erschien. In Folge dessen unterliess ich zunächst eine Publikation. Nachdem ich mich aber überzeugt habe, dass das von Bujwid angegebene Verfahren sich doch noch verbessern lässt, sehe ich mich veranlasst, jetzt schon einige meiner Resultate bekannt zu machen.

Bujwid empfiehlt zum Hervorrufen der Reaction in erster Linie die Salzsäure, und giebt nur an, dass er auch mit anderen Säuren, wie Schwefelsäure, die Reaction erhalten habe. Nach meiner Erfahrung ist aber hauptsächlich die Schwefelsäure zu verwenden, wenn man die Reaction schnell und intensiv hervorrufen will. Ich habe mich bemüht für die praktische Verwerthung der Reaction die günstigsten Verhältnisse ausfindig zu machen, und glaube dabei zu ganz befriedigenden Resultaten

gelangt zu sein. Von anderen Mineralsäuren nehme ich Abstand und verwende jetzt ausschliesslich die concentrirte Schwefelsäure. Ferner ist es von praktischer Wichtigkeit, ein zweckmässiges Nährmedium für die Cholerabacillen anzuwenden. Bujwid's Angaben über diesen Punkt sind ziemlich unbestimmt. Da es mir daran lag, die Reaction für die praktische diagnostische Verwerthung so sicher und handlich als irgend möglich zu gestalten, untersuchte ich Reinculturen der Cholerabacillen in verschiedenen Medien, und fand bald, dass die Beschaffenheit des Nährbodens Schärfe und erstes Auftreten der Reaction wesentlich beeinflusst. Vor Allem ist die Gegenwart von Pepton in der Nährflüssigkeit unerlässlich, welcher Umstand von Bujwid nicht erwähnt wird. Ferner ist es sehr zweckmässig eine möglichst farblose Culturflüssigkeit anzuwenden. Schon schwach gelbe Färbungen, wie sie die von Bujwid benutzte Bouillon stets aufweist, schaden der Empfindlichkeit der Probe sehr. Um diese Verhältnisse zu studiren, stellte ich eine Reihe von Versuchen an.

In eine Anzahl sterilisirter Reagensröhrchen wurden von nachstehenden Lösungen je ein Cubikcentimeter eingefüllt und wieder sterilisirt.

1. Destillirtes Wasser.
2. Leitungswasser.
3. Schwach alkalische Fleischbrühe, dargestellt aus gekochtem zwölfstündigen Extract von gehacktem Rindfleisch und der doppelten Menge Wasser.
4. Schwach alkalische Fleischbrühe wie 3, mit $^1/_2$ Procent Kochsalz.
5. Schwach alkalische Fleischbrühe wie 3, mit $^1/_2$ Procent Kochsalz und 1 Procent Pepton.
6. Schwach alkalische Lösung von 1 Procent Pepton und $^1/_2$ Procent Kochsalz.
7. Schwach alkalische Lösung von 5 Procent Pepton und $^1/_2$ Procent Kochsalz.
8. Schwach alkalische Lösung von 10 Procent Pepton und $^1/_2$ Procent Kochsalz.

Die Röhrchen wurden alle in gleicher Weise mit Cholerabacillen geimpft, damit die Versuche so gut nur irgend möglich vergleichbar blieben. Mit demselben dünnen Platindraht wurde eine Reincultur von Cholerabacillen in Gelatine eben berührt, und die geringe Menge von Substanz, welche hängen blieb, zu je einer Impfung benutzt. Die eine Hälfte der geimpften Röhrchen kam in einen auf 36·4° eingestellten Brutschrank, die andere verblieb im Zimmer bei einer Temperatur nicht über 18°. Von Zeit zu Zeit wurde ein Röhrchen entnommen und durch Zusatz von concentrirter Schwefelsäure auf das Eintreten der Reaction

und zwar in folgender Weise geprüft. Man lässt langsam an der Innenwand des Gläschens einige Tropfen der Säure herabfliessen, so dass sich dieselbe als schwere Schicht am Boden des Röhrchens ansammelt. Die leichteren Nährlösungen schwimmen dann auf der Schwefelsäure und einige Millimeter oberhalb der sich stark erwärmenden Berührungsstelle tritt eine Zone auf, welche die Reaction sofort in der Intensität zeigt, wie sie dem betreffenden Versuch zukommt. Die oberen, noch nicht mit dem Reagens gemischten Schichten können dabei zum Vergleich mit der ursprünglichen Farbe der Lösung dienen. Ich habe mich davon überzeugt, dass man bei diesem Verfahren am schnellsten und intensivsten die Rothfärbung erhält.

Die Resultate dieser Versuchsreihe sind in nachstehender Tabelle verzeichnet. Eintreten der Reaction ist mit +, Ausbleiben derselben mit 0 bezeichnet.

Die mit destillirtem und Leitungswasser beschickten Röhrchen, in denen anscheinend überhaupt keine stärkere Vermehrung der Cholerabacillen stattgefunden, gaben bei allen Proben ein negatives Resultat. Ich habe diese daher in die Tabelle nicht mit aufgenommen.

Nährlösung	Bei Zimmertemperatur nicht über 18° aufbewahrt		Im Brutschrank bei 36·4° aufbewahrt	
Einfache, schwach alkalische Rindfleischbouillon.	Nach 4 Stund.	0	Nach 4 Stund.	0
	„ 24 „	0	„ 24 „	0
	„ 53 „	0	„ 53 „	+ sehr schwach.
	„ 72 „	+ sehr schwach.		
Schwach alkalische Rindfleischbouillon mit $^1/_2$ Procent Kochsalz.	Nach 24 Stund.	0	Nach 5 Stund.	0
	„ 53 „	0	„ 24 „	0
	„ 77 „	+ sehr schwach	„ 53 „	+ sehr schwach
	„ 10 Tagen	+ schwach.	„ 77 „	+ schwach.
Schwach alkalische Rindfleischbrühe mit 1 Proc. Pepton u. $^1/_2$ Proc. Kochsalz.	Nach 6 Stund.	0	Nach 6 Stund.	+ Spur
	„ 25 „	0	„ 25 „	+ schwach
	„ 57 „	0	„ 57 „	+ sehr deutlich
	„ 81 „	0	„ 81 „	+ sehr deutlich
	„ 10 Tagen	+ sehr deutlich.		

Nährlösung	Bei Zimmertemperatur nicht über 18° aufbewahrt		Im Brutschrank bei 36·4° aufbewahrt	
Schwach alkalische Lösung von 1 Procent Pepton und $^1/_2$ Procent Kochsalz.	Nach $4^1/_2$ Std.	+ schwach, aber deutlich	Nach 4 Stund.	+ deulich
	„ 23 „	+	„ 23 „	+
	„ 72 „	+	„ 72 „	+
Schwach alkalische Lösung von 5 Procent Pepton mit $^1/_2$ Procent Kochsalz.	Nach 12 Std.	+ sehr stark	Nach 12 Std.	+ sehr stark
	„ 36 „	+	„ 36 „	+
Schwach alkalische Lösung von 10 Procent Pepton mit $^1/_2$ Procent Kochsalz.	Nach 12 Std.	+	Nach 12 Std.	+
	„ 36 „	+	„ 36 „	+

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass mit Cholerabacillen geimpfte peptonfreie Fleischbrühe selbst nach 53 stündigem Aufenthalt im Brütofen nur eine sehr schwache Rothfärbung liefert, die auch weiterhin nicht viel besser wird. War die Bouillon mit 1 Procent Pepton versetzt, so kann man im Brütofen schon nach sechs Stunden eine ganz geringe Reaction erzielen. Nach 25 Stunden ist sie deutlich. Bei Zimmertemperatur ist erst nach mehreren Tagen eine Rothfärbung zu erhalten. Bedeutend vortheilhafter ist die Anwendung von einfachen Peptonlösungen. Die 5 und 10 procentigen Lösungen sind aber bräunlich gefärbt, so dass in ihnen die Reaction erst dann mit Sicherheit zu Tage tritt, wenn sie stark genug geworden, um das Braun zu verdecken. Am Zweckmässigsten ist die Anwendung der einprocentigen Peptonlösung. Dieselbe ist nahezu farblos und man kann das Auftreten der Reaction nach Aufenthalt der Röhrchen im Brütschrank schon nach vier Stunden mit Sicherheit constatiren. In einem Falle gelang es mir schon nach drei Stunden. Geimpft war mit einer Colonie, welche aus einer 36 Stunden alten Gelatineplatte gefischt war. Im Allgemeinen schien es mir, als ob die Culturen dann für die Reaction schon ausreichend gewachsen waren, wenn sie eine geringe Trübung eben erkennen liessen.

Ich habe auch Versuche darüber angestellt, ob die Culturen für das Gelingen der Reaction Reinculturen sein müssen.

Von dem Cadaver eines Meerschweinchens, welches eine Injection von Cholerabacillen in die Bauchhöhle erhalten hatte, wurden mehrere einprocentige Peptonröhrchen geimpft, und im Brütschrank aufbewahrt. Nach sechs Stunden konnte durch Zusatz von Schwefelsäure eine deutliche Reaction erhalten werden, in den mit Peritonealflüssigkeit und in

den aus dem subcutanen Gewebe abgeimpften Gläsern. Nach 20 Stunden lieferten auch die mit Blut geimpften Röhrchen ein positives Resultat.

Mit einer Mischung von menschlichen Fäces und Cholerabacillen, die wie die Plattenaussaat ergab 43 Procent Cholerabacillen enthielt, wurden einprocentige Peptonröhrchen geimpft. Fünf Stunden nach der Impfung wurden deutliche Reactionen erhalten sowohl in den im Brütofen aufbewahrten Röhrchen, als auch in den im Zimmer belassenen. Nach 24 Stunden konnte aber keine Reaction mehr erhalten werden.

Ein Meerschweinchen war durch Fütterung mit Cholerareincultur in der von Koch angegebenen Weise getödtet worden. Der haferschleimähnliche Inhalt des Dünndarms wurde mit einer gleichen Menge der einprocentigen Peptonlösung versetzt und bei 36·40° aufbewahrt. Am anderen Morgen gab das Filtrat mit Schwefelsäure keine Rothfärbung. Dieselbe trat aber sofort stark hervor, wenn man vorher dem Filtrat einen Tropfen Salpetersäure zugesetzt hatte.

Die Culturen der Finkler'schen, sowie die des Deneke'schen Bacillus hatten wie erwähnt, die Reaction nicht geliefert. Als die Versuche jetzt noch einmal wiederholt wurden, nachdem man den trüben Flüssigkeiten einen Tropfen Salpetersäure zugesetzt, traten ganz ähnliche Rothfärbungen ein, wie bei den Choleraculturen ohne vorherigen Zusatz von Salpetersäure. Die Culturen der Finkler'schen Bacillen scheinen die Rothfärbung — nach Salpetersäurezusatz — etwas eher und stärker zu geben, als die Deneke'schen Spirillen. Eine Verwechselung von Cholerabacillen mit diesen beiden zuletzt genannten Bacterienarten auf Grund der neuen chemischen Reaction ist aber mit Sicherheit auszuschliessen. Wiederholt wurden einprocentige Peptonröhrchen mit den in Frage stehenden Mikroorganismen geimpft, und über Nacht im Brütofen bei 36·4° gelassen. Am anderen Morgen lieferten die mit Cholerabacillen geimpften Röhrchen stets, die anderen nie eine deutliche Rothfärbung nach dem Zusatz der concentrirten Schwefelsäure.

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass Culturen der Cholerabacillen in Gelatine z. B. im Reagensgläschen, das mit Nährgelatine beschickt ist, nur dann die Reaction geben, wenn die Gelatine durch die Bacillen vollkommen verflüssigt ist. Alte bis zum Grunde verflüssigte Stichculturen werden durch Zusatz der Schwefelsäure tiefroth gefärbt, aber ein verhältnissmässig geringer Rest von unverflüssigter Gelatine bewirkt, dass statt der rothen eine braune Färbung eintritt.

Nach diesen Erfahrungen stehen wir nicht an, die Reaction für die Diagnose der Cholerabacillen zu empfehlen.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Der Henneberg'sche Desinfector.

Von

Dr. E. Esmarch.

Seitdem von Koch, Gaffky und Löffler im Kaiserl. Gesundheitsamt die Versuche über Desinfection mit heissen Wasserdämpfen angestellt und in den Mittheilungen des Gesundheitsamtes (Bd. I, S. 322 ff.) veröffentlicht wurden, hat sich die Technik die dort ermittelten Resultate und Erfahrungen zu Nutze gemacht, und es wurden in kurzer Zeit eine ganze Anzahl von Apparaten zu Desinfectionszwecken construirt, welche sämmtlich mit heisser Luft oder heissen Wasserdämpfen, bez. beides combinirt, arbeiten.

Es liegen auch bereits eine Reihe von Prüfungen dieser Apparate vor,[1] die zur Genüge zeigen, dass auch im Grossen die Erwartungen, die man nach den exacten aber immerhin doch nur in kleinerem Maassstabe angestellten Versuchen von Koch u. s. w. hegen durfte, gerechtfertigt waren.

Vor allem zeigte es sich bald, dass heisse Wasserdämpfe auch bei grösseren Desinfectionsobjecten der heissen Luft in der desinficirenden Wirkung unendlich weit voranstehen.

Einmal werden, wie das schon aus den Versuchen im Laboratorium hervorging, die Sporen der Bacterien erst bei längerer Einwirkung trockener erhitzter Luft getödtet, zweitens vermag die heisse Luft nur langsam in voluminöse Gegenstände einzudringen, und drittens endlich leiden die meisten Stoffe in mehr oder minder erheblichem Maasse durch die Wirkung grade der trockenen Hitze.

[1] Wolf, Virchow's *Archiv.* Bd. CII. — Merke, *Vierteljahrschrift für gerichtl. Medicin.* Bd. XXXVII. Abth. I. — Fleischauer und Mittenzweig, *Ebenda.* — Guttmann und Merke, *Die erste öffentliche Desinfections-Austalt der Stadt Berlin.* Berlin 1886.

Es werden daher auch fast alle neueren Desinfectionsapparate für die Desinfection mit heissen Dämpfen eingerichtet, meist allerdings combinirt mit einer Einrichtung zur Erzeugung trockener heisser Luft, die aber dann nur, theils zur Vorwärmung des Apparates, theils um nach der Desinfection die von Wasserdampf durchfeuchteten Gegenstände wieder schneller zu trocknen, benutzt wird.

Fast sämmtliche der bisher angefertigten Apparate arbeiten nur mit gespannten Dämpfen, das heisst mit solchen über 100° C., manche nur wenige Grade höher, andere wieder ziemlich weit darüber hinausgehend; bei einem Theil derselben ruht der Dampf während der Dauer der Desinfection im Apparat vollständig, es findet kein Abströmen des Dampfes statt, oder wenigstens nur dann, wenn die Dampfspannung über eine gewisse Grenze gestiegen ist und nun das Sicherheitsventil ausgelöst wird.

Andere Apparate wieder haben einen Auslass, aus dem der Dampf permanent entweichen kann; hier also ist der Dampf im Apparat nicht in Ruhe, sondern in steter Bewegung, bewahrt aber trotzdem eine Temperatur von über 100°, da das Abströmungsrohr im Verhältnisse zum producirten Dampf nur eine geringe Weite hat.

Alle diese Apparate, soweit sie geprüft sind, sind in ihrer Wirkungsweise einander ziemlich ähnlich; das heisst, in allen durchdringt der Dampf ziemlich schnell die in den Apparat gebrachten Gegenstände und desinficirt dieselben, indem er sie sterilisirt. — Nun aber lehrt uns der Versuch, und ein jeder Bacteriologe, der mit dem Koch'schen Dampfkochtopf arbeitet, überzeugt sich ja täglich von Neuem davon, dass auch der Wasserdampf von 100° in sehr kurzer Zeit zu desinficiren vermag; es kommt eben nur darauf an, ob auch im grossen Maassstabe ein vollkommen ungespannter Dampf die Gegenstände schnell genug durchdringt, um für die Praxis brauchbar zu sein.

Es liegt auf der Hand, dass ein Apparat, der nur mit Wasserdämpfen bis zu 100° C. arbeitet und dabei eine sichere Desinfection bewirkt, seine grossen Vorzüge vor solchen mit gespannten Dämpfen haben wird. Vor allem wird bei ersterem die Gefahr einer Explosion vollkommen ausgeschlossen sein, da ja der Dampf fortdauernd frei abströmen und nirgends eine Dampfspannung sich bilden kann; die Concession zur Aufstellung eines solchen Apparates in der Nähe oder unter bewohnten Räumen wird daher auch nicht verweigert oder wohl meist überhaupt nicht eingeholt zu werden brauchen. Auch die Bedienung eines offenen Kesselfeuers ist naturgemäss eine bedeutend einfachere und bedarf durchaus keines geschulten Heizerpersonales.

Ein nach diesen Principien construirter ist nun der Henneberg'sche

Desinfector, von dem ein Exemplar im vorigen Sommer während einiger Wochen im hiesigen hygienischen Institut aufgestellt war.

Hr. Geheimrath Koch hatte die Güte, mich mit der Prüfung der Leistungsfähigkeit des Apparates zu betrauen, und ich theile nun im Nachstehenden die damit ausgeführten Versuche mit. Zunächst sei es mir vergönnt, eine kurze Beschreibung des Desinfectors zu geben.

Im Wesentlichen besteht der Apparat aus zwei übereinanderstehenden cylindrischen Gefässen, von denen das obere (Fig. 1, *a*) zur Aufnahme der zu desinficirenden Gegenstände, das untere (*g*) für das zur Erzeugung der Dämpfe nöthige Wasser bestimmt ist. Der obere Cylinder, welcher bei unserer Nummer eine lichte Weite von 425 mm hat, hat doppelte Blechwände, deren Zwischenraum mit einer die Wärme schlecht leitenden Masse gefüllt ist; der Deckel, welcher nicht abnehmbar ist, besteht aus demselben Material. Am unteren Ende ist der Cylinder vollständig offen und ruht (bei *h*) in einem Falz, welcher zugleich den oberen Rand des Wasserkessels bildet, und mit etwas Wasser gefüllt, einen vollkommenen Abschluss nach aussen darstellt.

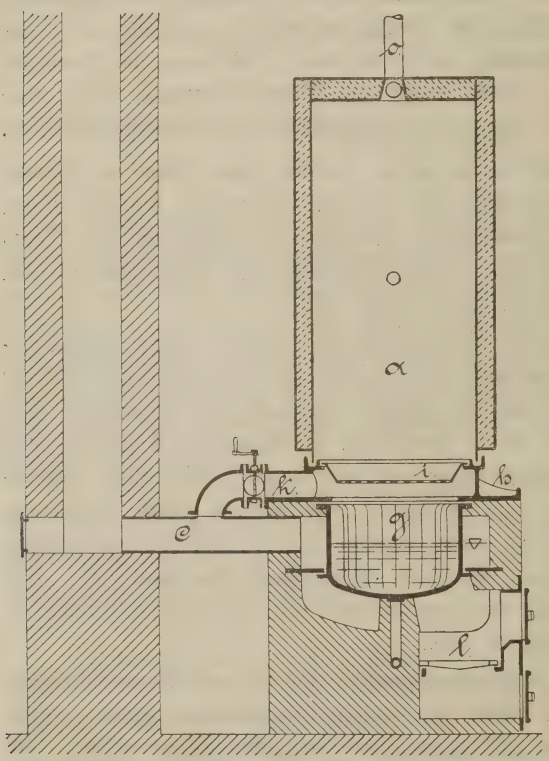


Fig. 1.

Der Wasserkessel, welcher von den Heizgasen rings umspült wird und oben von einer nur lose aufliegenden durchlöcherten Siebplatte (*i*) bedeckt ist, besitzt nach innen vorspringende eiserne Rippen, welche die Heizfläche bedeutend vergrössern, das Wasser sehr viel schneller erwärmen, zugleich aber den Zweck haben, soweit sie im oberen Theil des Kessels vom Wasser nicht mehr erreicht werden, (bei *g*) die Luft im Apparat bei der Anheizung vorzuwärmen.

Auf diese Weise wird zunächst einer Condensation des zuerst ge-

bildeten Wasserdampfes an den nun bereits erwärmten Wänden des Cylinders vorgebeugt, später aber, wenn die Dampfbildung im Gange ist, der Dampf durch das Vorbeistreichen an den heissen Rippen noch weiter erhitzt, seine Expansionskraft erhöht, und somit sein Bestreben, schneller zu entweichen, noch vermehrt.

Den Ausweg findet der Dampf durch einen im Deckel des Cylinders angebrachten unverschliessbaren Canal (*o*), welcher von dort aus beliebig weiter in's Freie oder auch in den Schornstein geführt werden kann. Auch ist daselbst ein Thermometer angebracht, dessen Kugel unmittelbar vor dem Anfang des Abzugscanals liegt, und dessen Scala, von aussen sichtbar, zu jeder Zeit die Temperatur des abziehenden Dampfes anzeigt.

Es leuchtet ein, dass hier nirgends eine Dampfspannung stattfinden kann, dass vielmehr der Hauptwerth auf das schnelle Durchströmen des Dampfes durch den Apparat gelegt worden ist.

Es war die Frage, ob nun auch bei dieser Construction, wenn grössere festere oder fest geschnürte Gegenstände in den Apparat gebracht wurden, der Dampf schnell in dieselben eindringen würde, oder ob er nicht einfach den doch entschieden ihm weniger Widerstand entgegensetzenden Weg um die Objecte herum wählen würde, dadurch die Dauer der Desinfection wesentlich verlängernd.

Die nachstehend angeführten Versuche werden beweisen, dass letzteres nicht der Fall ist, und dass in der That auch für grössere Gegenstände der einfach strömende Dampf zur Desinfection mit Vortheil verwendet werden kann.

Naturgemäss war die Hauptaufmerksamkeit bei den Versuchen nach dieser Seite hin gerichtet, und wurde vor Allem das Eindringen des Wasserdampfes in die Gegenstände und deren vollkommene Desinfection in gleich näher zu beschreibender Weise controllirt; zugleich wurde jedoch auch beachtet, welche Veränderungen an den verschiedenen Objecten durch das Verweilen im Apparat zu constatiren waren, und schliesslich auch noch festgestellt, wie hoch sich die Betriebskosten des Apparates belaufen.

Die Beschickung des Desinfectors mit den Desinfectionsobjecten ist sehr einfach und praktisch und bei den kleineren Nummern leicht von einem Arbeiter zu bewerkstelligen; zunächst wird der obere Cylinder durch einen sinnreich angebrachten Hebel (Fig. 2, *e, d, b*) um ein Weniges gehoben, und dadurch die Verbindung mit dem Falz des Wasserkessels gelöst.

Der Cylinder ruht nun mit zwei seitlich angebrachten Zapfen auf je

einem Bock (*c*) und lässt sich jetzt durch einen leichten Zug an dem Handgriff *v* wagerecht auf die Seite legen, sodass sodann die untere Oeffnung desselben nach der vorderen Seite hin sieht. (Fig. 2).

In dieser Stellung wird er durch eine Kette auf einem Stützpolster (*n*) fixirt, wie dasselbe aus der Zeichnung leicht ersichtlich sein wird und kann sodann mit den Sachen beschickt werden, die in einem eisernen Einsatzkorb aufgehängt werden; letzterer ist so eingerichtet, dass er gerade in die Höhlung des Cylinders hineinpasst.

Nun wird der Cylinder wieder senkrecht gestellt, durch Zurückdrehen des Hebels in den Falz des Wasserkessels zurückgesenkt, und bildet nunmehr mit letzterem durch Wasserverschluss verbunden ein abgeschlossenes Ganzes.

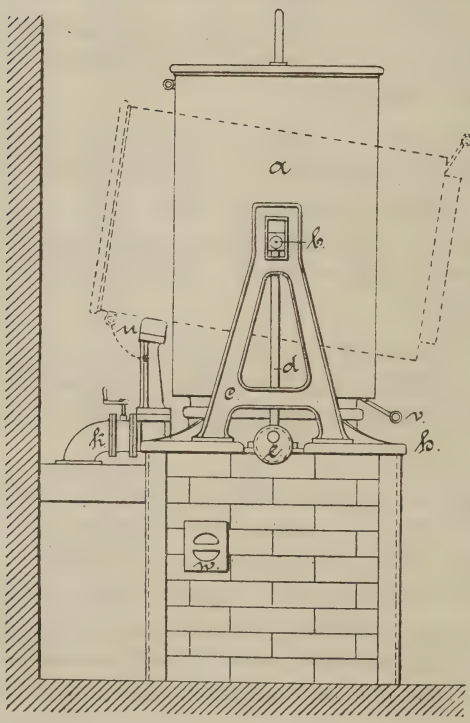


Fig. 2.

Ist die Desinfection beendet, so wird zunächst durch eine ingeniöse Einrichtung vor dem Oeffnen des Cylinders der Dampf aus demselben entfernt. Die Dampfzufuhr wird unterbrochen, indem am oberen Rand des Wasserkessels, dicht unter der oben erwähnten Siebplatte (*i*) ein Canal durch die Umstellung eines Ventils geöffnet wird (bei *k*), der direct in den Schornstein für die Heizgase mündet; durch die starke Luftströmung in dem letzteren wird jetzt nicht allein aller neu producirter Dampf dorthin abgeführt, sondern die absaugende Kraft des Schornsteines ist sogar so stark, dass der noch im Desinfectionscylinder befindliche Dampf ebenfalls mitgerissen wird; um dieses zu erleichtern wird am Abführungsgang für den Dampf dicht hinter der Austrittsöffnung aus dem Apparat ein zweites Ventil (bei *p*) geöffnet, durch welches nunmehr frische Luft von aussen in das Innere des Cylinders eintreten kann. Die Strömung ist demnach jetzt gerade die umgekehrte wie früher und wenn man 3 bis 4 Minuten darauf den Cylinder nunmehr wieder hebt und auf die Seite legt, wird man denselben fast

vollkommen dampfleer finden; seine Wände sind trocken und ebenso die Oberfläche der in dem Cylinder aufgehängten Sachen.

Es hat diese Einrichtung ausserdem das Angenehme, dass der Raum, in dem der Desinfector aufgestellt ist, beim Oeffnen desselben nach der Desinfection nicht mit Dampf angefüllt wird, der in kalten Räumen sich an die Wände derselben niederschlagen könnte. Absolut nothwendig aber ist die Anwendung der Vorrichtung nicht; auch wenn man direct nach der Absperrung des Dampfes die Sachen dem Apparat entnimmt, trocknen dieselben ungemein schnell, wie bei den Versuchen noch weiter angeführt werden wird.

Die übrigen Theile des Desinfectors ergeben sich aus den beigegebenen Abbildungen von selbst. *n* ist ein Gefäss, in welches der im Abströmungsrohr *o* sich condensirende Dampf zurückfliesst und durch welches zugleich der Kessel gefüllt werden kann; durch das Rohr *t s* kann umgekehrt der Kessel entleert werden und das Glasrohr *m* zeigt die Höhe des Wasserstandes an. *rr* sind die Feuerthüren und *ww* Oeffnungen, durch welche die Züge gereinigt werden können.

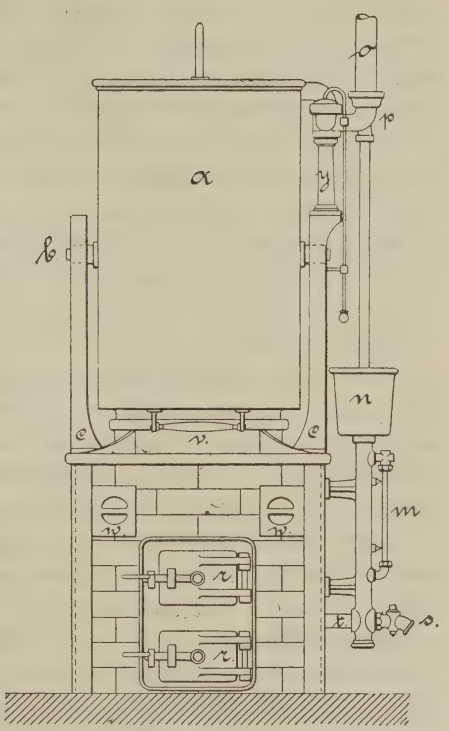


Fig. 3.

Als Desinfectionsobjecte wurden bei den Versuchen vor allem Gegenstände gewählt, die im täglichen Leben am häufigsten einer Desinfection unterworfen zu werden pflegen, also: Decken, Kleider, Wäsche, Rosshaarkissen, und endlich auch Briefe und Broschürenbündel; letztere werden ja allerdings weniger, wie z. B. Wäsche und Kleidungsstücke als eventuelle Infectionsträger angesehen werden können, doch stellen sie eine sehr feste, schwer durchdringliche Masse dar, und es lag mir daran, auch das Verhalten des Dampfes solchen Gegenständen gegenüber kennen zu lernen.

Das Eindringen des Dampfes und die dadurch bewirkte Desinfection wurde nun in zweifacher Weise controllirt; einmal durch Thermometer, die die Temperatur an der betreffenden Stelle genau angaben, und

zweitens durch schwer zu tödtende Bacterienkeime, die neben die Thermometer in die Objecte eingewickelt wurden.

Die Thermometer waren theils Maximalthermometer, die erst nach beendetem Versuche abgelesen werden konnten, und nun die höchste Temperatur anzeigten, die während der Dauer des Versuches an der betreffenden Stelle geherrscht hatte, theils elektrische Contactthermometer, die auf 100° C. eingestellt, durch Anschlagen des Läutewerkes genau den Moment angeben, in dem die Temperatur des strömenden Dampfes erreicht wurde. — Letztere sind schon früher zu dem gleichen Zwecke von Wolff und Merke[1] gebraucht worden und eignen sich in der That ganz ausgezeichnet dazu, wenn man nur die Vorsicht anwendet, sie dann und wann einmal vor Beginn der Versuche von Neuem zu aichen, da sie zuweilen, besonders wenn die Temperatur bei dem letzten Versuche längere Zeit über 100° C. gewesen war, plötzlich versagen; von dem Thermometer aus werden die gut isolirten Drähte direct durch den Wasserverschluss des Desinfectionscylinders hindurch in's Freie geführt und daselbst erst mit dem Läutewerk verbunden. Zur Controlle der wirklich durchgeführten Desinfection wurden nun ausser den Thermometern noch Päckchen mit Bacillensporen in die Desinfectionsobjecte eingebracht, und zwar habe ich mich ausnahmslos nur der Milzbrandsporen, sowie der in der Gartenerde vorkommenden bedient.

Wir wissen ja, dass sämmtliche sporenlose Spaltpilze bereits bei einer Temperatur weit unter 100° C. in wenigen Minuten zu Grunde gehen; ihr Absterben kann also nur für besondere Fälle als maassgebend für eine wirklich vollkommene durchgeführte Desinfection gelten, und sie sind daher für diese Versuche nicht geeignet.

Die Sporen des Milzbrandes werden durch strömenden Wasserdampf erst nach einigen Minuten getödtet und Gartenerde erst nach bedeutend längerer Zeit, wie die nachfolgenden Versuche ergeben werden, sterilisirt.

Das Milzbrandmaterial war von einem an Milzbrand verendeten Meerschweinchen gewonnen worden; von dem Blut war eine Spur auf Agar in den Brutschrank bei 30° gebracht; hier waren in wenigen Tagen die schönsten Sporen gebildet, die nun an sterilisirte Seidenfäden angetrocknet zu den Versuchen beliebig lange aufbewahrt werden konnten. — Die Erde wurde von dem Hofe des Hygienemuseum entnommen und zeigte sich ungemein reich an den verschiedensten Bacillensporen.

Zwei bis drei Milzbrandfäden, sowie eine feingepulverte Erdprobe wurden sodann jedes einzeln vor dem Versuch in ein Stück Fliesspapier gewickelt und neben die Kugel der Thermometer in das Innere der Des-

[1] A. a. O.

infectionsobjecte gelegt; nach beendetem Versuch sofort mit sterilisirter Pincette in bereit gehaltene Reagensgläser mit verflüssigter Nährgelatine eingebracht, wurden die etwa noch lebenden Keime durch vorsichtiges Hin- und Herbewegen der Röhrchen in der Gelatine vertheilt und letztere dann durch Rotiren des Glases unter der Wasserleitung oder in einer Schale mit Eiswasser an der Wand des Röhrchens in gleichmässiger Schicht zur Erstarrung gebracht.[1] — Es hat diese Methode gerade für diese Zwecke den grossen Vortheil, gegenüber dem Plattenverfahren, dass eine nachträgliche Verunreinigung durch Keime aus der Luft, die zu unliebsamen Täuschungen Anlass geben könnte, vollkommen ausgeschlossen ist, und dass zweitens die Röhrchen bedeutend länger, Wochen und Monate lang aufbewahrt werden und auf Entwickelung etwaiger Colonieen geprüft werden können, während Platten in viel kürzerer Zeit bereits vertrocknet oder durch Schimmel überwuchert zu werden pflegen und dann für die Weiterbeobachtung unbrauchbar sind. Alle zwei bis drei Tage wurden die Rollen auf etwa sich entwickelnde Keime mit der Lupe oder unter dem Mikroskop durchgesehen.

Ich lasse jetzt die einzelnen Versuche in der Anordnung folgen, in welcher sie angestellt wurden.

Versuch 1.

Am 1. März 1886 war der Apparat in einem Saale des hygienischen Institutes aufgestellt worden; am folgenden Tage wurde derselbe zum ersten Male angeheizt und, nachdem Dampfentwickelung eingetreten war, zunächst durch einen Vorversuch zu ermitteln gesucht, ob auch wirklich in jedem Theile des Apparates die gewünschte Temperatur von 100° C. erreicht wurde, oder ob sich vielleicht todte Winkel bildeten, die von dem Dampf nicht vollkommen durchströmt wurden; es war Letzteres allerdings wegen der cylindrischen Form des Apparates schon von vornherein unwahrscheinlich. — In den Einsatzkorb wurde oben an der Decke, unten am Boden und in der Mitte seitlich an der Wand desselben je ein Maximalthermometer befestigt und der Korb sodann in den Cylinder eingesetzt. Nach Senken des Cylinders in den Wasserverschluss stieg die Temperatur des Thermometers am Ausführungscanal rapide und stand nach 15 Minuten auf 100° C., worauf kein weiteres Steigen mehr erfolgte. Nach weiteren 5 Minuten wurde daher der Cylinder wieder umgelegt, der Einsatzkorb herausgenommen und es zeigte sich nun, dass sämmtliche drei Thermometer ebenfalls genau bis 100° gestiegen waren, der Dampf also überall im Apparat die Luft vollkommen verdrängt hatte.

---

[1] Vgl. *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 293 ff.

Versuch 2.

Am 8. März wurde ein zweiter Versuch angestellt und zu demselben vier Flanelldecken verwendet; jede derselben wurde viermal zusammengelegt und eine auf die andere gewickelt; im Centrum der ersten befand sich ein Contactthermometer, ein Maximalthermometer sowie Milzbrand und Erde in Fliespapier; in die zweite Decke kam ein Maximalthermometer und ebenfalls Milzbrand und Erde, in die dritte Decke dasselbe und endlich in die vierte äusserste nochmals Milzbrand und Erde sowie ein zweites Contactthermometer. Der Packen wurde mit Stricken fest umschnürt, sodass er ein Bündel von nur 38 cm Durchmesser darstellte. — Das Wasser des Kessels war unterdessen in lebhaftes Kochen gerathen, sodass nach dem Schluss des Apparates das Thermometer an der Austrittsöffnung wiederum ungemein schnell in die Höhe ging; nach 8 Minuten stand es bereits auf 100° C. und blieb nun, ebenso wie in allen späteren Versuchen, unverändert darauf stehen, bis der Versuch beendet wurde.

Nach weiteren 25 Minuten, also 33 Minuten nachdem der Apparat geschlossen war, ertönte die Klingel des in der äussersten Decke befindlichen Contactthermometers und 6 Minuten später erfolgte das gleiche Signal von dem Centrum der Decken aus.

Es wurde jetzt nur noch zwei Minuten Dampf zugeleitet und derselbe sodann durch Oeffnen der Abzugsventile aus dem Cylinder entfernt; nach weiteren zwei Minuten war das Thermometer des Cylinders schon auf 71° C. gefallen; der Apparat wurde daher gekippt und die Decken herausgenommen. Dieselben waren feucht, sehr heiss und dampften stark; sie wurden sofort ausgebreitet und trockneten dabei fast unter den Händen, sodass nach einigen Augenblicken nichts mehr von Feuchtigkeit an ihnen zu spüren war. Es zeigte sich dasselbe Verhalten auch bei den späteren Versuchen an allen anderen Gegenständen, sobald dieselben nur, solange sie noch warm waren, auseinander gebreitet wurden. Dickere Sachen, bei denen ein solches Ausbreiten nicht möglich war, wie Rosshaarmatratzen oder Federkissen trockneten verhältnissmässig langsamer, in etwa $^1/_2$ bis einer Stunde, je nachdem sie in der frischen Luft, in der Sonne oder im geschlossenen Zimmer hingelegt worden waren. Immerhin ging aber das Verdunsten des Wasserdampfes so schnell vor sich, dass in der Regel besondere Vorrichtungen zum Trocknen der Gegenstände nach Desinfection mit Dampf nicht nothwendig sein werden.

Die Maximalthermometer in den drei inneren Decken unseres Versuches standen sämmtlich auf 100°. Die Milzbrandseitenfäden, sowie die Erdproben wurden sofort in die Nährlösung gebracht und zu derselben Zeit zwei Controllröhrchen von unsterilisirtem Milzbrand und Erde gemacht;

letzteres wurde in jedem Falle wiederholt; es kam dabei stets nach zwei bis drei Tagen zu einer zahlreichen Colonieenbildung und es sollen daher in der Folge diese Controllversuche nicht wieder besonders aufgeführt werden. In den vier Röhrchen von diesem ersten Versuch, in die die Milzbrandfäden gebracht worden waren, kam es zu keiner Entwickelung einer Milzbrandcolonie mehr, auch im Verlaufe von zwei Monaten nicht und die Sporen des Milzbrandes waren also sämmtlich getödtet worden. Dagegen zeigte es sich, dass die Erde noch nicht vollständig sterilisirt war; hier kam in jedem der Röhrchen eine einzige Colonie zum Wachsthum; in der Erdprobe vom Centrum des Deckenbündels entwickelten sich sogar drei Colonieen, von denen eine aus Kokken bestand. Die übrigen waren sämmtlich Bacillen. Es wurde leider nicht beachtet, ob die Kokkencolonie von einem Erdbröckchen ausging, oder frei in der Gelatine zur Entwickelung kam. Das Letztere erscheint mir wahrscheinlicher und es ist sodann wohl anzunehmen, dass trotz aller Vorsichtsmaassregeln doch beim Beschicken des Reagensglases mit der Erde eine Verunreinigung stattgefunden hat. — Bisher kennen wir noch keine Kokkenart, die eine Temperatur von 100° C. auch nur auf Augenblicke aushält, ohne abzusterben; in diesem Versuche war die Erde mehrere Minuten lang in dieser Temperatur gewesen, die Milzbrandsporen waren alle getödtet worden und ein gleiches Absterben konnte mit noch grösserer Sicherheit bei sämmtlichen Kokken erwartet werden.

Versuch 3.

Am 9. März wurde ein weiterer Versuch angestellt und zu diesem Zwecke eine Rolle dicker Packleinwand benutzt. Die Leinwand war 64 cm breit und 100 Meter lang und wurde von zwei kräftigen Männern so fest wie möglich aufgerollt, sodass sie, darauf noch fest mit Stricken umschnürt, einen Cylinder von 43 cm Durchmesser darstellte, der noch gerade, allerdings ohne den Einsatzkorb, in den Desinfectionsapparat hineinging und zu beiden Seiten dem vorbeistreichenden Dampf je 3 cm Spielraum liess. In das Centrum der Rolle kam wiederum ein Contactthermometer, ein Maximalthermometer und eine Erdprobe. Nach 10 Meter Aufwickelung folgte ein zweites Maximalthermometer, sowie wieder eine Erdprobe; nach 52 Meter Aufwickelung dasselbe und endlich nach 62 Meter ein Contactthermometer und nochmals eine Erdprobe; letztere waren noch durch 28 Lagen Packleinewand nach aussen hin bedeckt. — Nachdem das Ganze in den Apparat gebracht und dieser geschlossen, zeigte das Thermometer an der Decke desselben 65°, stieg aber sehr bald, sodass es nach 5 Minuten schon auf 95° stand und nach 18 Minuten 100° erreicht hatte. — Eine Stunde und 16 Minuten, nachdem der Versuch begonnen, ertönte

die Klingel des äusseren Contactthermometers und 35 Minuten später war das Centrum ebenfalls vom Dampfe erreicht. Es wurde noch 2 Minuten Dampf zugelassen und sodann die Abzugsventile geöffnet; das Thermometer an der Decke fiel augenblicklich und stand nach 5 Minuten auf 70° C. Das äussere Contactthermometer aber hörte erst 6 Minuten nach Oeffnung der Ventile zu klingeln auf und im Centrum begann das Thermometer sogar erst nach 13 Minuten unter 100° herabzugehen. Es waren also in der Mitte der Rolle gerade 15 Minuten lang 100° gewesen, mehr nach aussen zu $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden lang. Die Maximalthermometer standen wieder sämmtlich genau auf 100°. Nach den Erfahrungen des vorigen Versuches war wohl zu erwarten, dass diesmal auch die Erde vollkommen sterilisirt worden sei, und daher waren auch die Milzbrandsporen in diesem Falle gänzlich weggelassen worden, allein es zeigte sich bald, dass diese Voraussetzung eine irrige war; wiederum wuchsen allerdings erst nach 8 bis 10 Tagen, in jedem der Erdröhrchen zwei bis drei Bacterien zu Colonieen aus, die aber diesmal sämmtlich aus kleinen Bacillen bestanden. — Eine zufällige Verunreinigung der Erde beim Einbringen derselben in die Reagensgläser war nicht anzunehmen, da die Colonieen, wie mit dem Mikroskop deutlich zu erkennen war, sämmtlich von kleinen Erdbröckchen ausgegangen waren; auch hier wuchsen dieselben im Laufe von Wochen nicht über Stecknadelkopfgrösse hinaus.

Versuch 4.

Am 10. März wurde ein Versuch mit Broschüren und Zeitungen gemacht. In ein Paquet Broschüren, welches im Ganzen 11 cm hoch, 22 cm lang und 15 cm breit war, wurden im Centrum ein Contactthermometer, zwei Maximalthermometer und eine Erdprobe gelegt, das Ganze wird fest umschnürt und in eine Kiste von etwa doppelter Grösse verpackt; der leer bleibende Raum in derselben wird mit Holzwolle vollgestopft. — Ein zweites Broschürenbündel, etwas grösser wie das vorige und im Centrum nur eine Erdprobe enthaltend, wird frei in den Apparat aufgehängt und ebenso ein Ballen Zeitungen von 34 cm Länge, 13 cm Höhe und 24 cm Breite, in dessen Mitte sich ein Contactthermometer, ein Maximalthermometer und wiederum eine Erdprobe befindet. — Schon beim Anheizen des Apparates war bemerkt worden, dass das Feuer sehr schlecht brannte; wie sich nachher herausstellte, waren die Züge des Ofens fast vollkommen mit Russ verstopft, vermuthlich, weil der Ofen Anfangs zu schnell angeheizt worden war; denn nach dem Reinigen der Züge functionirte derselbe wieder vollkommen gut und es wurde während der sämmtlichen folgenden Versuche niemals eine Störung wieder beobachtet. Der vorstehende Versuch kann also für die Leistungsfähigkeit des Desinfectors nicht maass-

gebend sein, ich theile ihn aber mit, da er zeigt, wie bedeutend leichter gerade der schnell strömende Dampf in die Objecte einzudringen vermag und wie wichtig es daher ist, dafür zu sorgen, dass stets genügende Mengen von Dampf gebildet werden. Um 12 Uhr 49 Minuten war der Apparat geschlossen worden; erst 47 Minuten später hatte das Thermometer an der Decke 100° erreicht und 9 Minuten darauf klingelte das Thermometer in dem Zeitungsbündel; ihm folgte 24 Minuten später das zweite Contactthermometer und der Versuch wurde nun nach weiteren 12 Minuten durch Oeffnen der Ventile beendet; das Thermometer in der Kiste klingelte aber noch 5 Minuten nach; sodass die Temperatur im ersten Broschürenpaquet in der Kiste 17 Minuten lang 100° gewesen war. In den von den Erdproben angelegten Gelatinerollen zeigte sich Anfangs kein Wachsthum, nur in den aus der Kiste stammenden wurden am vierten Tage einige kleine Colonieen entdeckt, aber am elften Tage nach der Aussaat waren auch in den beiden anderen Rollen, wenn auch nur unter dem Mikroskop zu erkennen, ganz vereinzelte bräunliche Colonieen von Erdbröckchen ausgehend gewachsen; wie sich bei näherer Untersuchung herausstellte bestanden sie sämmtlich aus einer kleinen Bacillenart, auf die ich später noch weiter zurückkommen werde. Auch hier war also selbst nach 39 Minuten langer Einwirkung von 100° heissem Dampf die Erde nicht vollständig sterilisirt worden.

Versuch 5.

Nachdem am folgenden Morgen die Züge des Ofens gereinigt waren, wurde Nachmittags ein neuer Versuch, diesmal mit zwei Rosshaarkissen von 92 cm Höhe und 110 cm Umfang angestellt. In jedes derselben wurde ein Maximalthermometer und eine Erdprobe versenkt, und die dazu gemachte Oeffnung wiederum sorgfältig vernäht. Schon 11 Minuten nach dem Schluss des Apparates stand das Thermometer an der Decke auf 100° und eine bez. zwei Minuten später ertönte die Klingel zuerst des oberen, dann des unteren Rosshaarkissens. Vier Minuten später wurden die Ventile geöffnet, beide Klingeln tönten noch eine Minute weiter, und es wurden sodann die Sachen aus dem Apparat genommen. Die Maximalthermometer in den Kissen standen beide auf 100°; ebenso ein drittes, welches zwischen den beiden frei im Apparat aufgehängt gewesen war. Bei den Erdproben, die in Gelatine gebracht wurden, zeigte sich nach vier Tagen mehrfache Colonieenbildung, eine Beobachtung, die nach den früheren Erfahrungen nicht überraschen konnte, da die Erde ja diesmal nur 5—7 Minuten einer Temperatur von 100° ausgesetzt gewesen war. Es wurde in Folge dessen auch beschlossen, für die späteren Versuche stets sowohl Milzbrandsporen wie Erde in die Versuchsobjecte hineinzulegen.

Versuch 6.

Um zu erfahren, ob auch an Stellen in den Desinfectionsobjecten, wo der strömende Dampf nicht direct hineingelangen konnte, in kürzerer Zeit eine Abtödtung der Mikroorganismen zu Stande kommt, wurde dieser Versuch in folgender Weise gemacht.

Ein grosser Ballen gewöhnlicher Watte, in dessen Mitte ein Contactthermometer, Milzbrand und Erde gebracht war, wurde so stark wie möglich zusammengepresst und sodann in starkes Pergamentpapier gehüllt, sodass das Ganze einen runden harten Ballen von etwa 75 cm Umfang darstellte; die Enden des Pergamentpapiers waren oben mit starken Schnüren zusammengehalten, sodass auch dort, wo nur die Leitungsdrähte des Thermometers Durchlass fanden, der Dampf nicht eindringen konnte. — Neun Minuten später, nachdem der Apparat geschlossen war, stand das Thermometer an der Decke auf 99·5° C. und eine Minute später klingelte auch bereits das Thermometer aus dem Centrum des Watteballens. Es wurde nun noch 10 Minuten Dampf zugeführt und sodann der Apparat geöffnet.

Das Pergamentpapier wurde sofort entfernt und es erwies sich die darunter liegende Watte als vollkommen trocken. Die Milzbrandsporen waren getödtet worden, es erfolgte nach Aussaat in Gelatine auch nach mehreren Wochen kein Wachsthum mehr; in der Erde aber waren noch ziemlich viele Keime lebendig geblieben; die sich im Laufe der nächsten Tage zu Colonieen entwickelten, und diesmal sich als verschiedenen Arten von Bacillen angehörend erwiesen. Immerhin aber hatte der Versuch bewiesen, dass auch an den Stellen, wo der Dampf nicht direct hingelangen kann, in kleineren Objecten eine Temperatur von 100° bald eintritt, durch die auch Milzbrandsporen schon in kürzerer Zeit vernichtet werden.

Versuch 7.

Zu diesem Versuch wurden wiederum die vier schon früher gebrauchten Flanelldecken verwendet, diesmal aber nicht aufgerollt, sondern jede 6 mal zusammengefaltet, eine auf die andere gelegt; auf diese Weise wurde ein ziemlich hoher Packen gebildet, der den Einsatzkorb des Apparates etwa zu einem Drittel ausfüllte. In der dritten Decke befand sich ein Contactthermometer, Milzbrandsporen und eine Erdprobe. Nachdem der Apparat geschlossen war, stieg das Thermometer an der Decke nach 17 Minuten auf 100° und 26 Minuten später, also 43 Minuten nach Beginn des Versuches, zeigte die Klingel des Contactthermometers an, dass auch im Centrum der Decken die Temperatur 100° erreicht hatte. Es wurde nun noch 9 Minuten lang Dampf zugelassen und sodann die Ventile

geöffnet; die Klingel ertönte aber noch $2^1/_2$ Minute weiter, sodass die Milzbrand- und Erdproben im Ganzen $11^1/_2$ Minute lang der Temperatur des strömenden Dampfes ausgesetzt gewesen waren. — In Folge dessen wuchs denn auch in den Milzbrandgelatineröhrchen keine einzige Spore mehr aus, in dem Erdröhrchen zeigten sich dagegen, gerade wie bei dem vorletzten Versuch nach 5 bis 6 Tagen mehrere Colonieen, die verschiedene Bacillenarten repräsentirten.

Versuch 8.

Es dienten diesmal als Versuchsobjecte Kleider und zwar acht Röcke, zwei Westen und fünf Hosen, die den Einsatzkorb vollkommen ausfüllten; die Röcke wurden in die Mitte gehängt und in vier Brusttaschen derselben ein Contactthermometer, drei Maximalthermometer, vier Milzbrandproben und drei Erdproben vertheilt. — 13 Minuten nach Beginn des Versuches steht das Deckenthermometer auf 100° und 3 Minuten später tönt die Klingel; es wird noch 10 Minuten weiter Dampf zugeleitet und sodann die Abzugsventile geöffnet. Bei Inspicirung der Rocktaschen standen alle drei Maximalthermometer genau auf 100°. Die Milzbrandsporen erwiesen sich bei Aussaat in Gelatine vollkommen sterilisirt, aber in den Erdröllchen zeigte sich wiederum ein allerdings verspätetes und den Controllröhrchen gegenüber ganz bedeutend verringertes Wachsthum.

Versuch 9.

Dieser Versuch wurde wie der vorige mit denselben Kleidern, Thermometern und Sporenproben angestellt, doch diesmal nur eine Milzbrandprobe und zwei Erdproben in die Taschen gethan. Auch hier klingelte das Contactthermometer schon 14 Minuten nach Beginn des Versuches, nachdem vier Minuten früher das Thermometer an der Decke 100° erreicht hatte. Es wurde nun noch 30 Minuten Dampf zugeleitet und darauf erst die Ventile geöffnet; die Klingel tönte noch eine Minute nach, sodass die Erdproben über $^1/_2$ Stunde bei 100° verweilt hatten. Nichtsdestoweniger wuchsen wiederum in beiden Erdröhrchen vereinzelte Colonieen, allerdings erst nach 20 Tagen mit dem blossen Auge zu bemerken. Es waren zwei Arten von Bacillen, eine verflüssigende in der die Bacillen lange Fäden bildeten und eine graubraune glattrandige Colonie, die aus kurzen Bacillen mit abgerundeten Enden bestand, und sich mit den früher beobachteten identisch zeigten. Das Milzbrandröllchen blieb vollkommen steril, auch im Laufe von acht Wochen. Die Maximalthermometer hatten wieder sämmtlich auf 100° gestanden.

Versuch 10 und 11.

Die folgenden beiden Versuche bilden eigentlich eine Wiederholung des 2. und 5., nur mit dem Unterschiede, dass diesmal die Desinfectionsdauer etwas verlängert wurde. Das eine Mal wurde wiederum in das Rosshaarkissen, das zweite Mal in das Centrum der vier Flanelldecken die betreffenden Thermometer und Sporenproben versenkt. Bei beiden Versuchen stand 23 Minuten nach der Zuleitung des Dampfes das Deckenthermometer auf 100°; allein ein Glockensignal von Seiten des Contactthermometers erfolgte nicht; wie sich nachher bei genauer Besichtigung des Thermometers herausstellte, war der Quecksilberfaden desselben nahe seinem oberen Ende durch eine kleine Luftblase getrennt, die die Leitung unterbrochen hatte; nachdem dieselbe entfernt worden war, functionirte das Thermometer bei den späteren Versuchen wieder gut, wie bisher. — Beide Versuche wurden bis zur Dauer von 57 Minuten ausgedehnt; man konnte sodann annehmen, dass die Temperatur im Innern der Objecte etwa 30 Minuten 100° gewesen sei, und das Resultat der Sporenaussaat bestätigte diese Erwartung. — Die Milzbrandrollen bleiben steril; in der Erdprobe, die den Flanelldecken entnommen war, zeigten sich nach acht Tagen, sechs Colonieen, die aus verschiedenen Bacillenarten bestanden; die Erde aus dem Rosshaarkissen schien anfänglich wirklich sterilisirt zu sein, allein nach 20 Tagen wurden zwei kleine braune Colonieen entdeckt, die identisch waren mit den Bacillencolonieen des Versuches 4. — Eine nachträgliche Verunreinigung von aussen war auch hier vollkommen ausgeschlossen, da deutlich zu sehen war, dass beide Colonieen von kleinen Erdbröckchen aus ihren Ursprung genommen hatten. —

Versuch 12.

Um zu untersuchen, in welcher Weise die Luft aus den Objecten durch den strömenden Wasserdampf verdrängt wird, wurde der vorstehende Versuch in folgender Weise angeordnet. — Es wurden zwei aufgerollte Decken, in deren Mitte sich je ein Contactthermometer und eine Erdprobe befand, beide einzeln in zwei gerade für dieselben passende Blechtöpfe gesetzt, sodass beide Töpfe von den Decken vollkommen ausgefüllt waren, und letztere nur zu einem Drittel aus den Töpfen hervorragten. — Der Topf mit der Decke *a* wurden nun einfach, der Boden des Topfes nach unten gerichtet in den Einsatzkorb des Apparates gesetzt, der andere Topf wurde in den Apparat hineingehängt derart, dass sein Boden sich oben befand und die Oeffnung mit der Decke *b* nach unten sah. Eine dritte Decke *c* wurde, ebenfalls mit einem Contactthermometer und einer Erdprobe im Centrum versehen, aufgerollt und umschnürt einfach frei in den Apparat aufgehängt.

Acht Minuten nach Zuleiten des Dampfes erreichte das Deckenthermometer 100° und bereits zwei Minuten später klingelte es von der Decke *c*, aber erst nach $^3/_4$ Stunden ertönte das erste Glockenzeichen aus der Decke *b* und es vergingen sogar 1 Stunde und 35 Minuten, ehe das Thermometer aus der Decke *a* anschlug.

Es wurden nun nach zwei Minuten die Ventile geöffnet und drei Minuten darauf hatten sämmtliche Thermometer zu klingeln aufgehört. — Alle drei Decken waren gleichmässig heiss und feucht, trockneten aber beim Auseinanderbreiten augenblicklich. — Die Erde in den Decken *b* und *c* war 1 Stunde und 13 Minuten, resp. 1 Stunde und 50 Minuten bei einer Temperatur von 100° gewesen und diese Zeit hatte allerdings genügt, um sämmtliche Sporen zu tödten. Im Laufe der nächsten acht Wochen war in keinem der beiden damit angelegten Gelatineröllchen eine Colonie zur Entwickelung gekommen; anders dagegen verhielt sich die Erde aus der Decke a, die ja nur fünf Minuten lang 100° ausgehalten hatte. In den ersten drei Wochen schien es allerdings, als ob auch sie sterilisirt worden sei, im Laufe der vierten Woche wurde jedoch das Wachsthum einiger Colonieen von Erdbröckchen ausgehend und wiederum nur aus kleinen Bacillen bestehend, beobachtet.

Es zeigte dieser Versuch zur Genüge, wie schwer der strömende Dampf in etwas umfangreichere Gegenstände einzudringen vermag, wenn die daraus zu verdrängende Luft undurchdringliche Hindernisse auf ihrem Wege findet. Da die letztere schwerer ist, als der Dampf, wird sie das Bestreben haben, nach unten zu entweichen und in demselben Maasse wird von oben der Dampf eindringen. Dies war bei der freihängenden Decke leicht möglich und hier war daher die Temperatur von 100° in kürzester Zeit eingetreten; anders in der Decke *b*; hier konnte allerdings die Luft nach unten frei entweichen, doch musste auf demselben Wege zur gleichen Zeit der Dampf eintreten, was eine bedeutend längere Zeit in Anspruch nahm. Viel complicirter waren die Verhältnisse bei der Decke *a*; die Luft konnte daraus nach unten nicht abziehen; sie musste erst stark erwärmt werden und wurde dann langsam nach oben durch den gleichzeitig von dort andrängenden Dampf ausgetrieben, wozu beinahe zwei Stunden nöthig waren. — Für die Praxis ist aus diesem Versuche die wichtige Regel zu entnehmen, dass man die Desinfectionsobjecte möglichst frei in dem Dampfraum aufhängen und vermeiden soll, dieselben auf feste Unterlagen, wie Bretter u. s. w. zu legen, weil dadurch das Eindringen des Dampfes wesentlich verzögert werden wird. —

Versuch 13.

Da der Versuch 4 wegen der Verstopfung der Züge als nicht maassgebend für die Leistungsfähigkeit des Desinfectors angesehen werden konnte,

wurde derselbe noch ein Mal in ähnlicher Weise wiederholt. Es wurde wiederum das eine Broschürenbündel in die Kiste mit Holzwolle verpackt, das Paquet Zeitungen und diesmal noch zwei andere Broschürenballen von nahezu derselben Grösse wie der erste frei in den Apparat gehängt; in die Mitte derselben waren wieder zwei Contactthermometer und ausser den Erdproben noch je ein Milzbrandsporenfaden deponirt worden. Elf Minuten nach Beginn des Versuchs erreichte das Deckenthermometer 100° und acht Minuten später klingelte das Thermometer in der Kiste. — In dem Zeitungspaquet war das Contactthermometer zusammen mit den Sporen noch extra in dicke Lagen Fliesspapier gewickelt worden, es klingelte deshalb auch erst 43 Minuten nach Zulass des Dampfes. Nachdem der Apparat eine Stunde und elf Minuten in Thätigkeit gewesen war, wurde der Versuch beendet. Das Maximalthermometer zeigte 100°. Die Milzbrandsporen waren in allen vier Proben sämmtlich getödtet; die Erde war aber nicht vollkommen sterilisirt; in jeder der vier zur Aussaat benutzten Gelatineröhrchen kamen, allerdings wieder erst nach 10 bis 12 Tagen einige wenige Colonieen zur Entwickelung; sie bestanden aus zwei Arten von Bacillen, von denen die eine identisch war mit den schon in den früheren Erdrollen beobachteten. Die andere verflüssigte die Gelatine und es war dies Mal nicht mit Sicherheit auszuschliessen, ob nicht eine zufällige Verunreinigung stattgefunden hatte, da die Colonie auf der Oberfläche der Gelatine und fern von einem Erdbröckchen zur Entwickelung kam.

Versuch 14.

Aus dem Versuch 3 mit 100 Meter Packleinewand war hervorgegangen, dass unfangreiche fest zusammengepresste Gegenstände erst nach längerer Zeit, in jenem Versuch erst nach beinahe zwei Stunden, von dem Dampfe vollkommen durchdrungen werden; es sollte nun probirt werden, ob sich das Findringen des Dampfes nicht beschleunigen liesse und wurden zu dem Zweck drei verzinnte Kupferrohre angefertigt von 60 cm Länge und 5 cm lichtem Durchmesser; die Wand dieser Rohre war durch zahlreiche etwa Fünfpfennigstück grosse Löcher durchbrochen, das eine Ende der Röhren war vollkommen offen, das andere lief in eine Spitze aus, sodass man sie leicht in feste Ballen hineinstossen konnte. Zu dem vorstehenden Versuch wurden wiederum die 100 Meter Packleinwand genommen; ins Centrum kam eines der Rohre und nach einigen Meter Aufwickelung ein Maximalthermometer, Erde und Milzbrandsporen. Nach 25 Meter Aufwickelung kam nochmal dasselbe und nach 50 Meter die beiden anderen Rohre so eingewickelt, dass sie sich vom Centrum aus gerechnet, vis à vis standen. Dicht neben das eine derselben kam ein Contact-

thermometer *a*, Erde und Milzbrand und endlich noch einmal dasselbe (Contactthermometer *b*. Erde und Milzbrand) in gleichem Abstand von beiden Röhren entfernt; sodann wurden die übrigen 50 Meter zu Ende aufgewickelt und das Ganze wiederum mit Stricken so fest wie möglich, eingeschnürt. — Diesmal dauerte es 20 Minuten, bis das Thermometer an der Decke auf 100° stand, vermuthlich, weil so lange noch kalte Luft aus der Leinwand zusammen mit dem Dampfe entwich. Nach 41 Minuten, vom Beginn des Versuches ab gerechnet, klingelte das Thermometer *a* und sechs Minuten später folgte das Thermometer *b*. Es war wohl mit Recht anzunehmen, dass jetzt in allen Punkten des Versuchsobjectes eine Temperatur von 100° herrschte und das Einlegen der durchlöcherten Röhren hatte also einen sehr guten Effect gehabt. Während es bei dem Versuche 3, der sonst unter ganz denselben Bedingungen angestellt war, fast zwei Stunden gedauert hatte, bis dass der Dampf vollständig durchgedrungen war, war hierzu nach Einlegen der Röhren nicht einmal die Hälfte der Zeit nöthig gewesen. —

Man wird sich daher unter Umständen vielleicht solcher Röhren mit Vortheil bedienen können, um die Desinfectionsdauer abzukürzen, indem man dieselben zwischen grössere Gegenstände legt oder in das Innere hineinstösst.

Der Dampf wurde in dem vorliegenden Versuche im Ganzen 1 Stunde und 41 Minuten zugeleitet und sodann die Abzugsventile geöffnet. Thermometer *a* klingelte noch 8, Thermometer *b* noch 11 Minuten fort. — Die Maximalthermometer zeigten 100°. Sämmtliche vier Milzbrandsporenproben erwiesen sich als sterilisirt. Von den ausgesäten Erdproben blieben zwei diesmal ebenfalls vollkommen steril. In der Probe jedoch, die nahe dem Centrum des Ballen gelegen, sowie in der neben dem Thermometer *b* war noch nicht Alles getödtet. Nach 16 Tagen wurden in den Gelatineröhrchen vereinzelte braune Colonieen entdeckt, sämmtlich aus dem kurzen Bacillus bestehend, der sich schon so oft als widerstandsfähig erwiesen hatte. —

Versuch 15.

Es wurden diesmal nochmals die vier Flanelldecken benutzt, die eine auf die andere gerollt wurden. Ins Centrum kam ein Lochrohr und nach einigen Umwickelungen Contactthermometer *a*, ein Maximalthermometer, Milzbrand und Erde. In die folgende Decke kam nur ein Maximalthermometer und Erde, in die dritte Decke wieder ein Contactthermometer (*b*) ein Maximalthermometer, Milzbrand und Erde. — Darauf wurde noch die vierte Decke umgewickelt und das Ganze fest umschnürt. — Das Deckenthermometer zeigte diesmal erst 22 Minuten nach der Dampfzu-

leitung 100° und ihm folgte fünf Minuten später Thermometer *b* und nach weiteren 15 Minuten auch Thermometer *a*. — 65 Minuten wurde darauf noch Dampf zugeleitet, sodann die Ventile geöffnet und nachdem fünf Minuten später fast gleichzeitig beide Contactthermometer aufgehört hatten zu klingeln, die Sachen aus dem Apparat entfernt. Die Maximalthermometer stehen genau auf 100°. Die Milzbrandsporen sind sämmtlich getödtet. Die Erde aus der dritten Decke war ebenfalls sterilisirt; sie war 85 Minuten in 100° gewesen. In der Erde aus Decke 2, die etwa 80 Minuten dieselbe Temperatur ausgehalten hatte, war ein Keim am Leben geblieben; am 17. Tage zeigte sich eine kleine braune Colonie, wiederum derselbe Bacillus, den wir aus den früheren Versuchen kennen.

Die Erde im Centrum der Decken hatte nur 71 Minuten bei 100° verweilt und hier kamen mehrere Colonieen zur Entwickelung ebenfalls aus den gleichen Bacillen bestehend. Die Wirkung des eingelegten Lochrohres war in diesem Versuch nicht so deutlich, wie in dem vorigen; es rührte dies höchstwahrscheinlich von der geringeren Dampfentwickelung überhaupt her, die erst nach 22 Minuten das Deckenthermometer auf 100° steigen liess, während es im analogen Versuch 2 diese Temperatur schon nach acht Minuten erreicht hatte.

Versuch 16.

Dieser letzte Versuch wurde noch einmal mit Kleidungsstücken angestellt, die Desinfectionsdauer aber diesmal bis auf 1 Stunde und 45 Minuten verlängert. Es wurden fünf Röcke und zwei Hosen in den Apparat gehängt und in den Taschen ein Contactthermometer, drei Maximalthermometer, sowie je drei Erd- und Milzbrandproben vertheilt. Das Deckenthermometer stand 15 Minuten nach Beginn der Dampfzuleitung auf 100° und fünf Minuten später erreichte das Contactthermometer dieselbe Temperatur. Nach $1^3/_4$ Stunden wird der Dampf abgesperrt, das Contactthermometer klingelt noch drei Minuten lang nach und bei der Herausnahme der Sachen stehen alle drei Maximalthermometer wieder auf 100°. In den Röcken hatte diesmal 85 Minuten eine Temperatur von 100° geherrscht und demgemäss waren denn auch nicht allein die Milzbrandsporen sämmtlich getödtet, sondern auch die Erde war vollkommen sterilisirt worden. In keinem der sechs angelegten Gelatineröhrchen wurde im Laufe der folgenden Monate eine Colonieenbildung bemerkt. —

Zusammenfassung der Versuche.

Vers.-Nr.	Desinfectionsobject.	Vom Beginn des Versuches: 100° im Apparat nach Minuten	Vom Beginn des Versuches: 100° im Object nach Minuten	Milzbrand oder Erde verweilten bei 100° Minuten.	Milzbrand und Erde gewachsen oder +
1	—	15	—	—	
2	4 Flanelldecken (Mitte)	8	31	2	M.-B. +. Erde gewachsen
	„ (halbe Mitte)	8	25	8	„ „
3	Packleinwand 100 Mtr. (Mitte)	18	111	15	— Erde vereinzelt gew.
	Packleinwand 100 Mtr. (halbe Mitte)	18	76	43	— „ „ „
	Packleinwand 100 Mtr. (mehr nach aussen)	18	—	—	— „ „ „ nach 10 Tagen
4	Broschüren in Kiste	47	80	17	— Erde am 4. Tag gew. (Zug des Ofens verstopft)
	Zeitungsbündel	47	56	39	— Erde nach 41. Tag vereinz. gew. (Zug d. Ofens verstopft)
5	Keilkissen	11	12	$6^1/_2$	— Erde gew. nach 4 Tagen
	Kopfkissen	11	14	5	— „ „
6	Watteballen in Pergament	9	10	10	M.-B. + Erde gut gewachsen
7	4 Flanelldecken geschichtet	17	43	$11^1/_2$	„ Erde vereinzelt gew. nach 4 Tagen
8	Kleider	13	16	10	„ „
9	Kleider	10	14	31	„ Erde vereinzelt gew. nach 20 Tagen
10	Keilkissen	23	—	ca. 30	„ „
11	4 Flanelldecken	23	—	ca. 30	„ Erde vereinzelt gew. nach 8 Tagen
12	Flanelldecke in Blechtopf (Boden unten)	8	113	5	— Erde vereinz. gewachsen nach 27 Tagen
	Dasselbe (Boden oben)	8	45	73	— Erde +
	Flanelldeck. (freihäng.)	8	10	110	— Erde +
13	Broschüren	11	—	ca. 30	M.-B. + Erde vereinz. gew. nach 24 Tagen
	„	11	—	ca. 30	„ Erde gewachsen nach 13 Tagen
	Zeitungsbündel	11	43	28	„ vereinz. gewachsen nach 24 Tagen
	Broschüren in Kiste	11	19	51	„ Erde gewachsen

Vers.-Nr.	Desinfectionsobject.	Vom Beginn des Versuches 100° im Apparat nach Minuten	Vom Beginn des Versuches 100° im Object nach Minuten	Milzbrand oder Erde verweilten bei 100° Minuten.	Milzbrand und Erde gewachsen oder +
14	100 Mtr. Packleinwand mit 3 Lochröhr. Centr.	20	—	ca. 50	M.-B. + Erde gewachs. nach 16 Tagen
	Dasselbe (halbe Mitte weit ab von d. Röhren)	20	47	54	„ „
	Dasselbe (halbe Mitte dicht bei den Röhren)	20	41	57	„ Erde +
	Dasselbe (3/4 nach der Mitte zu)	20	—	ca. 50	„ „
15	4 Flanelldecken, im Centrum ein Lochrohr (Centrum)	22	40	71	„ Erde gewachs. nach 41 Tagen
	Dasselbe (2. Decke)	22	—	ca. 80	— Erde eine Colonie gew. nach 17 Tagen
	Dasselbe (3. Decke)	22	25	85	M.-B. + Erde +
16	Kleider	15	20	85	„ „
	Dasselbe	15	20	85	„ „
	Dasselbe	15	20	85	„ „

Was zunächst bei den angeführten Versuchen interessirt, ist die Schnelligkeit, mit welcher der Wasserdampf in die Desinfectionsobjecte eindringt. Ein Blick auf die vorstehende Tabelle zeigt, dass kleinere Gegenstände und auch grössere, wenn sie lose aufgehängt oder geschichtet werden, in kürzester Zeit vollständig vom Dampfe durchdrungen werden, sobald letzterer den Apparat rasch durchströmt; so klingelte z. B. in Versuch 8 und 9, wo der Apparat vollgestopft war mit Kleidern, schon eine bez. drei Minuten, nachdem das Deckenthermometer auf 100° gestiegen war, das Contactthermometer in der Mitte der Kleidungsstücke und dasselbe ist bei Versuch 5 mit den Rosshaarkissen der Fall. — Bedeutend verlängerte sich diese Zeit, wenn die Objecte fester zusammengepresst waren oder aus Stoffen bestanden, die weniger porös waren, wie Holz oder Papier. In Versuch 13 sind fast 3/4 Stunden Dampfzuleitung erforderlich, bis derselbe in das Innere des kleinen Zeitungsballen vorgedrungen ist, und bei dem grossen Ballen Packleinwand dauert es sogar fast zwei Stunden.

Eine zweite Frage ist die, wie schnell desinficirt der einfach strömende Wasserdampf, wie lange ist die Desinfection noch fortzusetzen, nachdem die Objecte vollständig von ihm durchdrungen sind. — Aus früheren Versuchen wissen wir, dass im strömenden Wasserdampf die Milzbrandsporen schon binnen wenigen Minuten zu Grunde gehen, dass aber

die Sporen der Gartenerde bedeutend länger den gleichen Eingriff aushalten; diese waren erst nach 15 Minuten sämmtlich getödtet; nachdem die Erde auf Gelatineplatten ausgesäet war, erfolgte keine Colonieenbildung mehr; abgekürzt wurde die Zeit, wenn man höhere Temperaturen über 100° anwandte. — Hiernach hätte man also erwarten können, dass wenigstens in der zweiten Hälfte unserer Versuche auch sämmtliche Erdsporen getödtet gewesen wären, da hier die Temperatur stets bedeutend länger als 15 Minuten eingewirkt hatte; nichtsdestoweniger war das nicht der Fall; die Milzbrandseidenfäden waren allerdings schon nach zwei Minuten (Versuch 2) prompt sterilisirt worden; die Erde war der gleichen Einwirkung bis zu 80 Minuten ausgesetzt gewesen und hatte trotzdem noch lebensfähige Keime enthalten. Woher nun dieser Gegensatz zu den früheren Erfahrungen? Zunächst ist zu beachten, dass es stets nur eine Bacillenart war, die nach 20 bis 30 Minuten langem Aufenthalte bei 100° noch am Leben geblieben war; möglicherweise hat diese Art nur beschränkte Verbreitung und ist in der Erde, die Koch zu seinen Versuchen benutzte, gar nicht vorhanden gewesen; sodann vermehrte sich diese Bacillenspecies ganz ungemein langsam; erst nach 8 bis 14 Tagen, zuweilen sogar noch viel später, waren die kleinen Colonieen zu einer für das blosse Auge erkennbaren Grösse herangewachsen; hätte ich daher die gewöhnliche Plattenmethode für meine Versuche angewandt, wären mir vermuthlich, zumal bei öfterem Revidiren der Platten, dieselben durch Luftkeime verunreinigt und im Laufe von 14 Tagen überwuchert worden, sodass ich die Erdproben sämmtlich für total sterilisirt erklärt haben würde, was doch in der That nicht der Fall war. — In den Gelatineröllchen waren dieselben vor jeder Verunreinigung geschützt, und konnten Monate lang ungestört aufbewahrt werden. Das Austrocknen der Gelatine ist, besonders wenn man ein Gummikäppchen über den Wattepfropf stülpt, ein ganz minimales, sodass z. B. die steril gebliebenen Milzbrandfädenröllchen noch nach einem halben Jahre als guter Nährboden für eine neue Einsaat lebensfähiger Bacterien dienen konnten.

Es fragt sich nun, ob man als Zeichen einer vollendeten Desinfection auch die Abtretung dieser Bacillensporenart fordern soll; in diesem Falle wäre in den meisten unserer Versuche die Desinfection eine ungenügende gewesen, und es wäre ein Apparat, der nur mit strömenden Dämpfen arbeitet, lediglich für solche Fälle praktisch anwendbar, in denen man sich Zeit lassen kann, das heisst, er wäre wohl vor Allem nicht bei Epidemien zu gebrauchen, wo grössere Mengen von Kleidern, Wäsche u. s. w. möglichst schnell desinficirt werden müssen.

Ich glaube aber nicht, dass man so hohe Anforderungen für die Desinfection zu stellen braucht.

Einmal haben sich unter allen bis jetzt bekannten pathogenen Mikroorganismen Milzbrand- und Tuberkelbacillensporen als am meisten widerstandsfähig, sowohl gegen chemische Eingriffe, wie gegen hohe Temperaturen gezeigt; erstere werden, wie bekannt und wie ja auch aus vorliegenden Versuchen wiederum hervorgeht, in wenigen Minuten vom strömenden Dampf getödtet, letztere sind wohl etwas resistenter, halten jedoch Dampf von 100° ebenfalls nicht länger wie 15 bis 30 Minuten aus. Sämmtliche andere Bacterien, die wir sonst noch als Krankheitserreger für Thier und Mensch kennen, und näher studiert haben, wie die Bacillen der Cholera, des Typhus und des Rotzes, die verschiedenen Kokken des Eiters, des Erysipels, sowie die Bacterien, welche Friedländer und Fränkel bei der Pneumonie und Löffler bei der Diphtheritis fanden, sie alle gehen schon bei weitem früher, ehe noch die Temperatur von 100° sie erreicht, zu Grunde, und ich glaube, wir können ein ähnliches Verhalten auch mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit für das Contagium der übrigen Infectionskrankheiten annehmen, wenn wir dasselbe auch vorläufig noch nicht näher kennen oder gar isolirt haben. Andererseits hat sich die von mir gefundene schwer zu tödtende Bacillenart als vollkommen unschädlich für den thierischen Organismus erwiesen; Reinculturen wurden aus den Colonieen auf Agar im Brutschrank weitergeführt, wo das Wachsthum ein etwas schnelleres war und bereits nach drei bis vier Tagen sich etwa linsengrosse grauweisse glänzende Colonieen gebildet hatten. Mit diesen wurden Kaninchen, Meerschweine und Mäuse, theils subcutan, theils von der Blutbahn aus geimpft, ohne dass auch nur die geringste Störung sich nach der Impfung gezeigt hätte. — Leider ist es bisher noch nicht gelungen, den Bacillus in Reinculturen zur Sporenbildung zu bringen; in der Erde müssen wir natürlich einen solchen Dauerzustand für denselben annehmen, aber weder in Bouillon oder Gelatine noch auf Agar oder Kartoffelbrei bei Zimmer- oder Körpertemperatur trat eine Sporenbildung auf, die zu weiteren Sterilisationsversuchen mit den isolirten Sporen hätte Gelegenheit geben können. Wenn wir demnach eine Desinfection für genügend erachten, bei welcher der strömende Wasserdampf von 100°, nachdem er die Desinfectionsobjecte in allen Theilen durchdrungen hatte, darauf noch 30 Minuten weiter zugeleitet wurde, so ergiebt sich aus den vorliegenden Versuchen wohl, dass der Henneberg'sche Apparat als ein leistungsfähiger Apparat anzusehen ist, der in mancher Hinsicht, was Einfachheit in der Bedienung und Gefahrlosigkeit im Betriebe betrifft, anderen mit gespannten Dämpfen arbeitenden Apparaten überlegen ist. Auch in Betreff der Schnelligkeit der Desinfection scheint er mir letzterem gleich zu sein. Wenn bei früheren Prüfungen solcher Apparate auch in der Erde nach

$^1/_2$ stündlicher Desinfection keine Spore mehr wachsthumsfähig gefunden wurde, so kann das sehr wohl in der Prüfungsmethode gelegen haben; um daher ganz exacte Vergleiche zwischen der Wirkung des gespannten und des einfach strömenden Dampfes von 100° anzustellen, sind für jene Apparate Versuche mit Erdproben zu wiederholen, die hinterher ganz so, wie es in den vorliegenden Versuchen geschehen ist, im Reagensglase ausgerollt und dann lange Zeit zur Beobachtung aufbewahrt werden müssen.[1]

Für nicht zu umfangreiche Gegenstände, aus nicht zu festem Gewebe, wie Kleider, Wäsche oder Kissen und Matratzen, würde ich, wenn dieselben frei in den Apparat gehängt oder gestellt werden, ein einstündiges Verweilen darin, ein permanentes Strömen des Dampfes natürlich vorausgesetzt, als genügend erachten; sind jedoch die Objecte von festerer Structur oder in grösseren Ballen und Paqueten zusammengeschnürt, muss die Zeit um 1 bis $1^1/_2$ Stunden verlängert werden, zumal wenn dieselben, wie dies in der Praxis zuweilen vorkommen dürfte, im Innern nicht vollkommen trocken sind. Gänzlich durchnässte Objecte brauchen erfahrungsgemäss eine bedeutend längere Zeit, um von heissen Dämpfen von 100° oder höherer Temperatur durchdrungen zu werden; es ist deshalb empfehlenswerth, dieselben vor der eigentlichen Desinfection durch warme oder heisse Luft möglichst zu trocknen; eine solche Trockenvorrichtung ist bei den kleineren Nummern der Henneberg'schen Desinfectoren nicht vorgesehen, auch wohl kaum nöthig, da man sich hier durch verlängerte Dampfzuleitung etwa bis zur doppelten Länge der sonst erforderlichen Zeit wird helfen können; die grösseren Apparate von Henneberg gestatten vor der Dampfzuleitung ein Austrocknen durch heisse Luft im Apparat selbst, das hier in der That bei durchnässten Gegenständen unbedingt nöthig sein wird.

Vorläufig werden wir in der Regel wenigstens diese Zeiten für die Desinfection innehalten müssen, können aber hoffen, dass mit unserer wachsenden Kenntniss von den biologischen Eigenschaften der verschiedenen Infectionsträger auch die nöthig scheinende Desinfectionsdauer in vielen Fällen noch präciser normirt bez. abgekürzt werden kann. Zur Zeit ist dies zum Beispiel für die Cholera schon der Fall und bei ausbrechenden Epidemien dieser verheerenden Krankheit auch gewiss zu berücksichtigen.

Der Cholerabacillus wird durch die Temperatur des strömenden Dampfes von 100° augenblicklich getödtet und wir können hier die Desinfection als genügend ansehen, sobald in den Desinfectionsobjecten überall diese Temperatur erreicht ist.

---

[1] Siehe Schluss der Arbeit.

Auf diese Weise wird also die oben geforderte Desinfectionsdauer bei jedesmaliger Beschickung des Apparates um eine halbe Stunde abgekürzt werden, was bei lose aufgehängten Kleidungsstücken oder bei den leicht durchdrungenen Matratzen die Hälfte der Zeit ausmachen würde.

Es braucht nicht besonders betont zu werden, welchen Werth dies bei grösseren Epidemien hat, wo unter allen Umständen die vorhandenen Desinfectoren auf's Höchste in Anspruch genommen werden und jede Viertelstunde unnöthig verlängerter Desinfection die Bewältigung der Arbeit erschweren wird.

Wie schon Eingangs erwähnt worden ist, wurde auch die Aufmerksamkeit auf die Veränderung gerichtet, die die verschiedenen Stoffe während des Verweilens im strömenden Dampf erlitten. Auch hierüber lagen schon eine Reihe von Erfahrungen vor, die ich nur bestätigen kann; von mehreren hundert Woll-, Seiden-, Plüsch- und Tuchproben der verschiedensten Farben veränderten nach 1 bis 2 stündiger Desinfection nur einige wenige, wie hellblau, rosa und weiss, ihre Farbe, die übrigen blieben vollkommen unverändert sowohl was Farbe, als auch was Glanz und Festigkeit des Zeuges anbetrifft. Dasselbe war mit Gold- und Silberstickerei der Fall. Leinen blieb unverändert, nur zeigten die Stellen, die mit den verzinnten Eisenstäben des Einsatzkorbes in Berührung gekommen waren, eine gelbe schwer wieder auszuwaschende Verfärbung; es lässt sich dieser Uebelstand vermeiden, wenn man die Stäbe einzeln in Packtuch oder Flanell einnäht, wie solches in der Berliner öffentlichen Desinfectionsanstalt bei den Einsatzgefässen der Apparate mit Vortheil geschehen ist. — Papier wird meist etwas gelblich und verliert seinen Glanz, Büchereinbände leiden erheblicher, besonders wenn sie aus Leder bestehen. — Leder und Pelzsachen sind nicht mit Dampf zu sterilisiren, sie werden schon in kürzester Zeit hart und ganz brüchig, so dass sie dann vollkommen unbrauchbar sind.

Was den Betrieb des Apparates betrifft, so ist derselbe ein äusserst einfacher und möchte ich dies gerade als einen ganz besonderen Vorzug desselben betrachten. — Unterhaltung des Kesselfeuers, Beschickung des Cylinders mit den Desinfectionsobjecten, Controlle der ununterbrochenen Dampfzuleitung durch Beobachten des Deckenthermometers, und schliesslich Entleeren des Einsatzkorbes ist Alles leicht von einem einzelnen Arbeiter zu besorgen, ohne dass derselbe eine besondere Vorbildung dazu nöthig hat; bei den grösseren Apparaten (Beschreibung und Abbildung derselben siehe in Henneberg's Desinfector, erläutert von Rietschel und Henneberg, Berlin) wird noch ein zweiter Hülfsarbeiter erforderlich, da hier die Sachen in einem auf Schienen laufenden umfangreichen Wagen in den Apparat hineingeschoben werden müssen. — Die Unter-

haltungskosten des Feuers, Bedienung der verschiedenen Ventile, sowie die Beobachtung der permanenten Dampfzufuhr wird aber auch hier leicht von einem Einzelnen besorgt werden können.

Der Kohlenverbrauch des Desinfectors ist ein sehr geringer, er betrug bei dem von mir benutzten nur 2 kgrm durchschnittlich in der Stunde, bei den grösseren Nummern wird natürlich etwas mehr verbraucht werden, dementsprechend ja aber auch eine grössere Anzahl von Objecten zu derselben Zeit desinficirt werden können, sodass sich bei gefülltem Apparat dort der Betrieb noch bedeutend billiger stellt. Rietschel und Henneberg haben die täglichen Betriebskosten und das täglich zu desinficirende Quantum von Objecten in Cubikmetern für ihre drei kleinsten Apparate in der beigefügten Tabelle zusammengestellt:

Apparat-Nummer	Tägliche Betriebskosten: Löhne und Brennmaterial in Mark	Reparatur, Verzinsung, Amortisation in Mark	Summa in Mark	Tägliches Quantum der desinficirten Objecte in Cbm.	Desinfectionskosten pro Cbm in Mark
A I	3·56	1·80	5·36	1·12	4·48
A II	3·70	3·0	6·70	3·32	2·—
A III	3·90	5·0	8·90	7·35	1·20

Fassen wir jetzt zum Schluss noch einmal die Resultate der vorliegenden Versuche in wenige Worte zusammen, so können wir sagen:

1. Der ungespannte Wasserdampf von 100° C., wenn er schnell strömt, ist wohlgeeignet, auch im Grossen als sicheres verhältnissmässig rasch wirkendes Desinfectionsmittel angewendet zu werden.

2. Der Henneberg'sche Desinfector, welcher auf dieser Grundlage construirt ist, entspricht den Anforderungen eines guten Desinfectionsapparates und ist auch in Bezug auf billigen und einfachen Betrieb als solcher zu empfehlen.

Während des Druckes dieser Arbeit hatte ich Gelegenheit noch einen Versuch anzustellen, welcher meine auf S. 365 ausgesprochene Vermuthung nur bestätigt, weshalb ich ihn noch kurz anführe.

Auf meine Bitte war mir von der Leitung der hiesigen öffentlichen Desinfectionsanstalt bereitwillig gestattet worden, eine Anzahl von meinen Erdproben in einen der dort aufgestellten Schimmel'schen Desinfectionsapparate hineinzulegen; dieselben arbeiten mit einem geringen Ueberdruck von $^1/_{20}$ Atmosphäre Dampf. Die Erdproben, im Ganzen acht an der Zahl, wurden zwischen mehrere Federbetten deponirt; dieselben waren

ganz wie in meinen früheren Versuchen auch in Fliesspapier gewickelt und dann noch einmal in anderes Papier eingeschlagen worden. Oben auf die Federbetten wurde ein Maximalthermometer frei hingelegt und sodann der Apparat geschlossen. — Nachdem 15 Minuten lang trockene heisse Luft zugeführt war, wurde nunmehr 35 Minuten lang Dampf eingelassen, wobei das oben am Apparat befindliche Manometer dauernd einen Ueberdruck von $^1/_{20}$ Atmosphäre angab.

Zum Schlusse wurde nochmals für 5 Minuten mit heisser Luft getrocknet und der Apparat sodann geöffnet. Die Betten waren oberflächlich nahezu ganz trocken und sehr heiss. Das Maximalthermometer stand 103°. Die Erdproben wurden vorsichtig in ihrer doppelten Umhüllung sofort in's hygienische Institut gebracht und dort unter den gewöhnlichen Cautelen auf elf Reagensglasrollen vertheilt. — Bereits am vierten Tage konnte man unter dem Mikroskop von einzelnen Erdbröckchen ausgehend ein beginnendes Wachsthum kleiner Colonieen constatiren, und nach weiteren vier Tagen wurden in jedem Röllchen eine ganze Anzahl von Colonieen schon mit blossem Auge wahrgenommen; dieselben zeigten sämmtlich ein gleiches Aussehen und wuchsen zum grössten Theil von kleinen Erdpartikelchen aus. Bei mikroskopischer Untersuchung fand sich, dass auch hier wieder allein die alte aus den vorhergehenden Versuchen bekannte Bacillenart der hohen Temperatur widerstanden hatte.

Eine 35 Minuten lange Einwirkung eines Dampfes von 103° mit vor- und nachheriger Erwärmung durch heisse trockene Luft hatte also ebenfalls nicht sämmtliche Erdkeime zu tödten vermocht. Wenn dieser Versuch mit den zahlreichen von Guttmann in ähnlicher Weise mit demselben Apparat angestellten[1] nicht übereinstimmt, da Guttmann niemals in seinen Erdproben nach der Desinfection einen Keim mehr zur Entwickelung kommen sah, so schiebe ich dies, wie schon erwähnt, vor allem auf die Methode der Aussaat, die ein längeres Beobachten der ausgesäten Erde unmöglich machte.

Aus dem früher Gesagten geht wohl zur Genüge hervor, dass auch trotz nicht vollkommener Sterilisirung der Gartenerde der Schimmel'sche Apparat ein leistungsfähiger Desinfector sein kann; es zeigten die Versuche nur, dass der strömende ungespannte Dampf dem gespannten von etwas höherer Temperatur in der Desinfectionswirkung nicht nachsteht.

Der Verwaltung der städtischen Desinfectionsanstalt sage ich für die Erlaubniss, den Versuch anzustellen, hiermit meinen besten Dank.

[1] A. a. O.

[Nach einem in der medicinischen Gesellschaft zu Heidelberg den 7. Dec. 1886 gehaltenen Vortrag mit Demonstrationen.]

Ueber einen neuen Bacillus des blauen Eiters (Bac. pyocyaneus β), eine Spielart des Bac. pyocyan. der Autoren.

Von

Dr. Paul Ernst,
I. Assist. des patholog. Instituts zu Heidelberg.

So ansehnlich auch die Literatur über das Phänomen des blauen Eiters geworden, so lange haben wir doch auf eine endgiltige Beschreibung der ursächlichen Mikroben warten müssen. Erst jüngst haben Flügge und kurz darauf C. Fränkel uns gute Bilder entworfen, wenn auch nur innerhalb eines Rahmens, der Lehrzwecken dienen soll. Immerhin waren es die ersten Kundgebungen über diese Materie von Seiten der modernen von Koch inaugurirten Richtung und als solche dringend erwünscht. Wie abschliessend und dankenswerth auch die chemische Seite von Fordos[1] bearbeitet worden sein mag, mit der Erforschung der bacteriologischen Seite haben die französischen Forscher meines Erachtens wenig Glück gehabt. Aber nur der Unzulänglichkeit der Methoden ist es eben zuzuschreiben, dass Gessard's[2] vermeintliche Erfolge vor der heutigen Kritik nicht mehr Stand halten können. Er arbeitete mit Pasteur'schen flüssigen Nährmedien und wenn es ihm damit gelungen ist, 16 Generationen hindurch das blaue Pigment zu erhalten, so ist das für den heutigen Standpunkt wohl ein Grund, anzunehmen, dass der ursächliche Microbe wirklich auch in der 16. Generation sich vorgefunden, kein Beweis aber, dass er allein und rein von allen Beimischungen darin enthalten war. Und richtig, da G. die 16. Generation auf ihren Inhalt prüfte, fand er „des organismes arrondis", die er am Schluss seiner Arbeit geradezu als

[1] *Comptes rendus de l'académie de sc.* tome LI.

[2] Gessard, de la pyocyanine et de son microbe. *Thèse de Paris.* 1882.

Mikrokokken anspricht. Das ist ja die alte Falle, in die leider ja auch die anscheinend so sinnreiche Methode der fractionirten Cultur gegangen, dass man nach so und so vielen Generationen dasjenige Bacterium für das reingezüchtete und für das ursprünglich gewünschte hielt, dessen numerisches Ueberwiegen imponirte. Das war das πρῶτον ψεῦδος dieser Methode. Dass wir uns heute nicht mehr wie Eberth,[1] Lücke,[2] Girard[3] mit dem mikroskopischen Nachweis von Bacterien in blauen Verbandstücken begnügen müssen, verdanken wir ja doch einzig und allein der neuen Technik oder um es recht eigentlich zu nennen, dem festen Nährboden.

Ich muss mit kurzen Worten die Genese der vorliegenden Untersuchungen berühren, damit es einleuchte, auf welchem Wege das Resultat gewonnen wurde. Im September machte mich Herr Dr. Jüngst, Assistent der chirurgischen Klinik, in liebenswürdigster Weise auf einen Fall blauen Eiters seiner Abtheilung aufmerksam und bot mir Material, grün gefärbte Verbandstücke, zur bacteriologischen Ausbeute an. Bereitwilligst ging ich auf das Anerbieten ein, nicht sowohl um meine Bacteriensammlung um ein neues Specimen zu bereichern, war ja doch unter den aus dem Koch'schen Laboratorium mitgenommenen Culturen auch ein Bacillus pyocyaneus auf Agar-Agar, als vielmehr um mich bei dieser Gelegenheit darüber zu instruiren, wie sich der Bac. pyocyaneus numerisch verhalte zu den Rosenbach-Passet'schen Eitermikroben und der Unsumme von Mikroorganismen unschädlicher Natur, die ja bekanntlich unter jedem Verbande, auch dem antiseptischesten hausen und wie er sich von diesen allen isoliren lasse. Mittelst des Plattenverfahrens ging ich ans Werk in der Erwartung, unter allen möglichen Colonieen nun auch jene grüne verflüssigende, radiär gestreifte Form zu finden, wie sie Flügge schildert. Eine solche fand sich denn auch, liess sich leicht isoliren, aber wie sehr erstaunte ich, als nach geraumer Frist die Culturen dunkelgrün wurden. Das widersprach Flügge's Beschreibung, denn er sagt: „In der Stichcultur ist das Wachsthum weniger charakteristisch (als auf Gelatineplatten), es tritt bald totale Verflüssigung der Gelatine, dabei grüne Färbung ein, die bei alten Culturen mehr gelb erscheint."[4] Dieser erste Widerspruch gab nun den Anstoss zu den vergleichenden Untersuchungen, die hier mitgetheilt werden sollen; denn sofort leuchtete die Nothwendigkeit ein, den isolirten Neuling auf Schritt

[1] Eberth, *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1863. Virchow's *Archiv.* 1875. Bd. LXII.

[2] Lücke, *Archiv für klinische Chirurgie.* 1862.

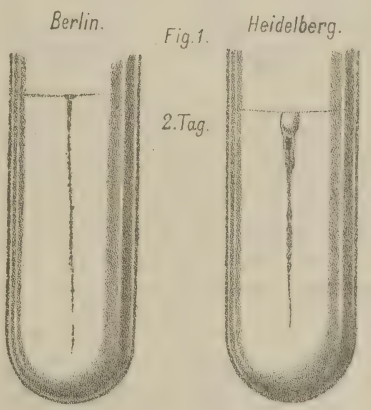
[3] Girard, *Chirurgisches Centralblatt.* 1875. Bd. II.

[4] Flügge, *Die Mikroorganismen.* S. 287.

und Tritt mit dem Bac. pyocyaneus der Autoren zu vergleichen. Auf den verschiedensten üblichen Nährböden verglich ich die beiden Specimina, selbstverständlich immer ceteris paribus, und darf nun behaupten, dass vier Fälle[1] blauen Eiters der Heidelberger chirurg. Klinik von einem Mikroorganismus von der Gattung der Bacillen erzeugt sind, der in seinen verschiedenen Wuchsformen ganz constante und charakteristische Eigenthümlichkeiten aufweist gegenüber einem bisher einzig bekannten und beschriebenen Bac. pyocyaneus. Ich halte mich nicht für befugt, den taufenden Systematikern vorzugreifen und begnüge mich, im Verlauf dieser Betrachtungen die Berliner Cultur Bac. pyocyaneus α, die Heidelberger Cultur aber Bac. pyoc. β zu nennen, eine Bezeichnung, die doch wohl der Nomenclatur der Systematik entspricht.

Vergleichende Beschreibung der Gelatineculturen.

Beim Anlegen der Stichculturen wurde stets darauf Bedacht genommen, dass die der Nadel anhaftenden Mengen inficirender Keime nicht zu ungleich ausfielen. Daher wurden zum Abimpfen mit Vorliebe vollständig verflüssigte Culturen gewählt, in die die Platinnadel einmal flüchtig getaucht wurde. Nur unter Beobachtung dieser Vorsichtsmaassregel gelangte ich zu constant sich wiederholenden Resultaten, die nun in Form einer gedrängten Beschreibung der typischesten Exemplare in folgendem wiedergegeben werden sollen.



Nach 24 Stunden[2] zeigt weder die eine noch die andere Cultur Zeichen des Wachsthums.

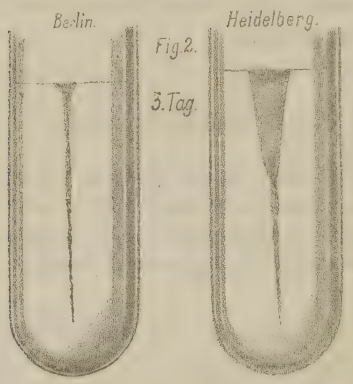
Während aber am zweiten Tage (29. Nov. bis 1. Dec.) die Berliner Cultur ohne eine Spur von Verflüssigung oben mit einem feinen Knöpfchen beginnt und in einer nicht ganz continuirlichen, sondern von feinsten Tröpfchen unterbrochenen Linie sich in die Tiefe fortsetzt und zuspitzt, findet sich an der Oberfläche der

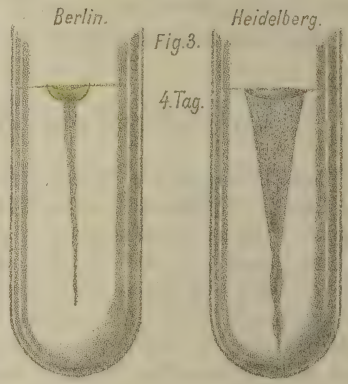
[1] Dem ersten Fall folgte bald ein zweiter von der Abtheilung des Hrn. Dr Poensgen, dann ein dritter und vierter durch Hrn. Dr. Steinthal. Einer dieser Fälle hatte nach längerer Anwesenheit auf der Klinik blauen Eiter bekommen; die andern zwei kamen von vornherein mit blauem Eiter von auswärts. Den genannten Collegen spreche ich an dieser Stelle für ihr freundliches Entgegenkommen meinen besten Dank aus.

[2] Wo nichts Abweichendes angegeben ist, handelt es sich um 10procentige Fleischpeptongelatine und eine Zimmertemperatur von 12 bis 15° R. durchschnittlicher Tages-, etwas geringerer Nachthöhe.

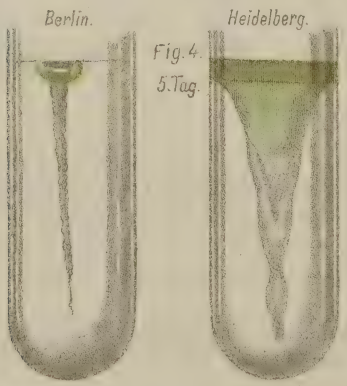
Heidelberger Cultur schon ein ca. 3 mm breiter Verflüssigungsbecher, von der Form eines Rheinweinrömers. Der Vergleich wird dadurch noch treffender, dass der Uebergang von Kelch zu Stichkanal durch ein bis zwei kleinere ampullenförmige Ausbuchtungen vermittelt wird. Der Stichkanal ist schon merklich breiter als bei der andern Cultur, hie und da ebenfalls durch feine Anschwellungen perlschnurartig unterbrochen. Deutlich lässt sich im obern Theil eine feine axiale Linie erkennen, die sich am Boden des Verflüssigungsbechers zu einem Knöpfchen spiralig zusammenwindet. (S. Fig. 1).

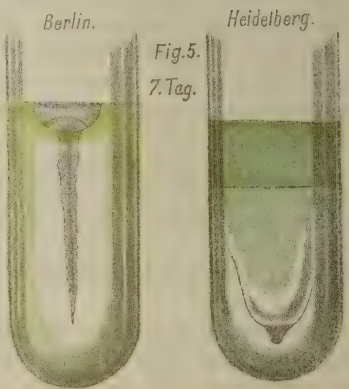
Am dritten Tage kündet eine feine Delle die Verflüssigung des α-Bacillus an, während die flüssige Zone der β-Cultur nun schon eine langgestreckte, einem Champagnerglase zu vergleichende Gestalt hat. Das erwähnte Knöpfchen hat sich zu Boden des Spitzglases gesenkt. (S. Fig. 2).





Am vierten Tage beginnt ein leichter grünlicher Schimmer, um die nun schon tiefer und breiter gewordene, tassenförmige Delle der α-Cultur zu spielen, im auffallenden Lichte aber erst, noch nicht im durchfallenden. Im Gegensa z dazu ist in der β-Cultur noch kein Grün zu sehen, während doch nun fast der ganze Stichkanal verflüssigt ist. Noch immer ist der Vergleich der flüssigen Zone mit einem Spitzglas am zutreffendsten. Wiederum sitzt am Grunde das mehrfach erwähnte, nun grösser gewordene Knöpfchen. (S. Fig. 3).





Am fünften Tage hat die grüne Farbe der β-Cultur die andere plötzlich[1] überflügelt. Während die Ränder des Verflüssigungsbechers noch am siebenten Tage (s. Fig. 4) die Wandung des Reagirgläschens (α-Cultur) nicht erreicht haben, ist schon vom fünften Tage an die ganze Oberfläche der β-Cultur flüssig. Unterdessen greift die Verflüssigung der Letzteren auch vom Stichkanal aus nach den Seiten um sich, so dass schon am siebenten Tag nur noch ein ca. 5 mm breiter Meniscus klarer intacter Gelatine am Grunde bleibt. Etwas hat sich freilich auch der Stichkanal der α-Cultur verbreitert, doch höchstens 1 mm ringsum. (S. Fig. 5).

Es ist geradezu unmöglich, mit den üblichen Aquarellfarben die Pigmentnuancen getreu wiederzugehen, da die Wirkung der letzteren auch wesentlich von der Fluorescenz abhängt, auf deren Imitation die Skizze aus einleuchtenden Gründen verzichten muss. Es erheben daher die nebenstehenden Figuren keineswegs den Anspruch auf naturgetreue Reproduction, sondern begnügen sich, einen allgemeinen Eindruck des Contrastes zwischen dem gelbgrünen und dem blaugrünen Farbenton zu geben.

Am zwölften Tage. Während der α-Bacillus einen Dritttheil der Gelatine verflüssigt hat, beträgt die verflüssigte Zone der entsprechenden β-Cultur mehr als die Hälfte einer gleich grossen Gesammtmenge. Aber auch der Verflüssigungs-Modus ist ein durchaus verschiedener. Flüssige und feste Zone sind in der α-Cultur durch eine ganz gerade horizontale Fläche geschieden; sie bildet eine weissliche schneeige Decke. Der Stichkanal ist von einem trüben Wölkchen feinster Fädchen umgeben, einer Mäusesepticaemiecultur nicht unähnlich, wenn auch gröber als diese. Der Oberfläche fehlt die Kahmhaut. Ganz anders der β-Bacillus. Vom Stichkanal ist nichts mehr zu sehen. Von ihm aus hat die Verflüssigung nach allen Seiten Platz gegriffen. Wie schon am siebenten Tage, findet sich am Grund ein Häutchen zu Boden gesunkener Bacterien; an der Oberfläche aber eine Kahmhaut. Von der Oberfläche aus ist die Grünfärbung ca. 1 cm in die Tiefe gedrungen, ein dunkles Smaragdgrün, das trotz des gelben Gaslichts des Abends als schönes Grün erscheint, während bei derselben Beleuchtung das Grün der α-Cultur ganz und gar verschwindet; ein wunderbares und ganz untrügliches, constantes Verhalten, das schon vom siebenten, ja oft vom fünften Tage an auftritt und durch geringes Schütteln der Culturen im Augenblick noch augenfälliger gemacht werden kann. Ich erachte es als ein Hauptcharakteristicum.

So kennzeichnen auch weiterhin rapidere Verflüssigung der Gelatine und ein dunkleres, an blauen Tönen reicheres Grün die β-Culturen. Ein Monat aber nach der Impfung markiren sich die Unterschiede wohl am schärfsten. Die ganze Gelatine ist vom β-Bacillus verflüssigt und hat dabei einen dunkleren opalescirenden Farbenton angenommen, einem Naphthalin-Harn wohl zu vergleichen. Eine grünliche, von oben nach unten stetig abnehmende, doch bis auf den Grund reichende Fluorescenz lässt sich im auffallenden Lichte am besten beobachten; im durchfallenden Lichte schwindet das fluorescirende Grün, um nur zwei schmale grüne Streifchen übrig zu lassen, eines oben an der Kahmhaut, eines unten am zu Boden gesunkenen flockigen Niederschlag. Je ruhiger die

[1] Ein nicht ganz constantes Verhalten. Da es aber einige Male mit grosser Deutlichkeit und auffallend genug sich einstellte, glaubte ich es wohl auch als charakteristisch ansprechen zu dürfen.

Cultur gestanden hat, desto breiter ist der bräunliche, intermediäre, dem Naphthalin-Urin ähnliche Farbengürtel. Geringes Schütteln aber lässt diesen plötzlich verschwinden und theilt dem ganzen flüssigen Inhalt in wenigen Secunden ein dunkles Laubgrün mit. Alles das geht den α-Culturen ab. Noch ist unverflüssigte Gelatine übrig. In einer Cultur von 50 Tagen, die vor mir steht, sehe ich ca. 6 ^{ccm} verflüssigt, vier noch starr, wenn auch schon durch und durch fluorescirend. Die Farbe ist ein grelles penetrantes Hellgrün, in welchem gelb reichlich vertreten ist; zudem ist die fluorescirende Kraft unvergleichlich viel stärker, als die des β-Grün und durchdringt, wiederum im Gegensatz zu diesem auch das unverflüssigte Substrat bis auf den Grund. Im auffallenden Lichte erinnert die Farbe am ehesten an Schweinfurter-, im durchfallenden an Lärchengrün. Trotz seiner grossen Intensität aber wird es durch Gaslicht ganz urplötzlich ausgelöscht; der Betrachter hat keine Ahnung, dass eine Cultur chromogener Bacterien vorliege, während das β-Grün sich nicht verkennen lässt. Dass dies Phänomen eher auf einem qualitativen Unterschied der Pigmente beruht, als auf blosser Intensitätsdifferenz, glaube ich daraus schliessen zu dürfen, dass es in einem so frühen Stadium auftritt, wo bei Tage die Pigmente noch nicht erheblich verschieden sind und dass es fortbesteht auch in den

Agar-Agar-Culturen

die zu Anfang wenigstens auch nicht in der Farbe sehr charakteristisch sind. Prägnante Unterschiede hinsichtlich der Consistenz und des Glanzes zeigen mit unfehlbarer Constanz die Strichculturen. Der β-Bacillus wächst als flaches trockenes, querüber geripptes, cannelirtes Band, während der α-Bacillus in seiner Cultur ein höheres, prominenteres etwas milchig weisses Gebilde von feucht glänzender und glatter Oberfläche darstellt. Nach einer Woche freilich werden auch die Farbenunterschiede markirter und zwar nimmt die β-Cultur ein Blaugrün an, die α-Cultur aber ein Gelbgrün, herbstlichem Laube ähnlich; beide Farben sind natürlich an die Nährsubstrate gebunden, die Colonie selbst ist farblos, α leicht milchweiss, wie erwähnt.

Es lag mir nun ferner daran, die beiden Organismen auf einem ganz farblosen Substrat zu beobachten, mit Elimination also der gelben Farbentöne der Fleischpepton-Medien. Es hat nämlich Sédillot vor langer Zeit wiederholt auf Fälle von blauem Eiter gewissermaassen ohne Eiter aufmerksam gemacht und glaubte wahrgenommen zu haben, dass der gelbe Eiter zum blauen Pigment addirt, Grün erzeugt, dass ohne Eiter aber das Pigment blau sei. Die Beobachtungen betreffen einen Offizier[1], bei dem nach Operation eines Hodencarcinoms in rein serösem wässrigem Secret die blaue Farbe auftrat, einen Fall[2] complicirter Fractur mit 2 ^{cm} langer Wunde und plötzlich blau gewordenem eiterfreien rein serösem Secret. Aehnlich drückt sich Girard aus.[3]

Freilich giebt er zu, dass auf hydropathischen Umschlägen ohne allen Eiter grasgrüne Stellen auftreten, doch erklärt er dies Vorkommniss aus der Abnahme der Pyocyanin-, der Zunahme der Pyoxanthose-Krystalle, die er direct beobachtet

---

[1] *Gaz. méd. de Strassbourg.* 1849.
[2] *Société de biologie.* 1850. tome II. p. 73.
[3] *Centralblatt für Chirurgie.* 1875. Nr. 50.

haben will. Da bekanntlich letztere ein Oxydationsproduct der ersteren sind, so ist die Interpretation Girard's wohl verständlich. Dasselbe Thema hatte schon im Anfang der 50er Jahre eine Polemik angefacht. Délore[1] bekämpft Petrequin's[2] Unterscheidung eines blauen und eines grünen Princips und steht für die Identität beider ein. So lange aber nicht der Boden des chemischen Experimentes betreten war, konnte es sich um nicht viel mehr als müssigen Wortstreit handeln. Erst mit Fordos'[3] hübschen Untersuchungen und seiner Darstellung der schön azurblauen Pyocyanin-Krystalle wurde der Streit in einer der Wissenschaft ziemenden Weise entschieden und definitiv beigelegt, so dass für uns nun blauer und grüner Eiter Synonyma sind. Nach dieser literarischen Orientirung musste mir die Vermuthung kommen, ob nicht das in Gelatine, Agar- und Kartoffelculturen beobachtete Grün aus einer Addition des Pyocyanin und des gelben Farbstoffs der Fleischpeptonmedien und der Kartoffeln resultire, ob also nicht vielleicht auf einem ganz farblosen weissen Nährboden das Pyocyanin in seiner reinen Farbe azurblau erscheine. In augenblicklicher Ermangelung der von Cohn vorgeschriebenen Salze modificirte[4] ich jene Nährlösung in einigen Punkten und bekam durch Zusatz von 2 Procent Agar-Agar ein brauchbares, in der That ganz farbloses und dabei durchsichtiges Substrat. Darauf wuchsen im Brutschrank bei 38° üppige Culturen. Aber die Vermuthung bestätigte sich nicht. Es war wiederum Grün und nicht Blau, das den ganzen Nährboden durchdrang, zuerst ohne deutlich markirte Unterschiede, bald aber in der β-Cultur dunkler, dem vegetabilischen Grün näherkommend, in der α-Cultur dem Smaragdgrün verwandter. Von Anbeginn an aber waren wiederum Glanz und Oberflächenbeschaffenheit beider Culturen genau so charakteristisch, wie sie für die Fleischpeptonagar-Culturen schon oben beschrieben sind. Jüngst hatte ich Gelegenheit ein ziemlich klares pericarditisches Exsudat als festen Nährboden zu verwenden. Nachdem es mehrere Tage lang discontinuirlich sterilisirt worden und nachher im Brutschrank seine Sterilität bewiesen hatte, wurde es mit den beiden Blau-Eiter-Bacillen beschickt. Es war nicht möglich, es klar und durchsichtig erstarren zu machen wie Blutserum; ein milchweisses, etwas durchscheinendes Medium wurde daraus gewonnen, für meine Zwecke ein ganz erwünschtes Resultat. Schon Tags darauf schillerten die Röhrchen in leichtem Grün, das immer intensiver wurde, ohne indess in der Folge sich zu unterscheiden. Das Serum wurde verflüssigt. Nach ca. 14 tägigem Wachsthum konnte durch Schütteln der β-Cultur wiederum das dunkle Grün in wenigen Secunden erhalten werden.

Bouillon-Culturen

produciren wiederum differente, aber nicht sehr schöne grüne Nuancen. Die β-Cultur wird mit dem Alter bräunlich.

---

[1] Délore. *Thèse de Paris.* 1854. Nr. 310.
[2] Petrequin. *Revue médicale.* 1852.
[3] Fordos. *Comptes rendus de l'académie de science.* tome LI.
[4] Statt: phosphorsaur. Kali 0·5, krystall. schwefelsaur. Magnesia 0·5, dreibasisch phosphorsaur. Kalk 0·05, dest. Wasser 100·0 und weinsaur. Ammoniak 1·0 verwendete ich: phosphorsaur. Na 0·5, krystall. schwefelsaur. Magnesia 0·5, Zuckerkalk 0·1, dest. Wasser 100·0, essigsaur. Ammoniak 0·5, weinsaur. Na 0·5.

beanspruchen deswegen ein Hauptinteresse, weil, abgesehen von den prägnanten Farbendifferenzen alter Gelatineculturen, in ihnen der Schwerpunkt der Differentialdiagnose ruht. Gleichviel, ob Impfstriche auf der Kartoffelscheibe gezogen wurden, oder um verschiedene Verdünnungen zu erhalten, eine Spur einer Kartoffel auf der nächstfolgenden mit dem Messer zerrieben worden ist, schon nach 24 Stunden Aufenthalt im Brutschrank bemerkt man ein beginnendes Wachsthum. Nach 3 × 24 Stunden aber haben sich auf den β-Kartoffeln (sit venia verbo) trockne üppig gewachsene Culturen von rehbrauner Farbe entwickelt. Grüne blasse Höfe umsäumen die einzelnen Colonien, ein dunkles intensives Grün[1] aber umzieht etwaige Risschen und Spältchen in der Kartoffeloberfläche, wie sie gelegentlich bei überlangem Sterilisiren entstehen. Man wird wohl nicht sehr fehl gehen, diese Erscheinung auf Luft- respective Sauerstoff-Wirkung zurückzuführen. Die kleinen Colonieen haben eine leicht runzelige, gefältelte[2] Oberfläche. Nicht ganz so üppig sind die α-Colonieen aufgeschossen. Sie sind von glatterer Oberfläche, weniger trockenem Glanz[3], etwas röthlich brauner, an Apfelcompote erinnernder Farbe. Die Kartoffelsubstanz rundum ist gelbgrün geworden. Nach abermaligem 24 stündigem Stehen der Culturen, diesmal bei Zimmertemperatur, treten die Farbennüancen noch charakteristischer zu Tage. Diese Procedur möchte ich geradezu als günstigste Vorschrift zu sicherer Feststellung der Differentialdiagnose angeben. Werden aber die Schalen nicht in den Brütschrank gesetzt, so kann man sie acht Tage lang beobachten, ohne dass bei dem einen oder andern der leiseste Schimmer grüner Farbe aufträte. Aber auch dann noch genügen 20 Stunden Bruttemperatur (38°) um beiden Culturen ihr charakteristisches Grün zu ertheilen. Ist in den obigen Fällen das Grün ausgeblieben, so ist ein helles Grau an seine Stelle getreten, das allmählich die ganze Kartoffel färbt und von dem sich die Colonieen in beschriebener Weise abheben. Dass das Grün namentlich an freigekratzten Stellen der Kartoffel unter der Colonie und nach kurzer Einwirkung von Ammoniakdämpfen entstehe, wie Flügge für den α-Bacillus angiebt, konnte ich für diesen bestätigen, für den β-Bacillus nicht. Im Recipienten der Luftpumpe schien mir das β-Grün ein wenig abzublassen. Ich möchte darauf jedoch kein Gewicht legen, wiewohl man dies in Zusammenhang bringen könnte mit dem beobachteten Dunklerwerden des β-Grün beim Schütteln der Gelatineculturen. In diesem Zusammenhange darf eine kleine Beobachtung nicht verschwiegen bleiben, die ganz zufällig bei der Entnahme von Proben aus den Colonieen zur Anfertigung von Deckglaspräparaten gemacht wurde. Berührte ich mit dem Platindraht eine der braunen Colonieen ganz leise, so nahm die tangirte Stelle in zwei bis fünf Minuten ein intensives dunkles Blattgrün an, das bald, nachdem das Intensitäts-Maximum erreicht war (10 Minuten nach der Berührung) allmählich erblasste um in einer halben Stunde das alte Aussehen wiederum zu gewinnen. Ueberträgt man

---

[1] Vollkommen gerechtfertigt ist das vorsichtigere Wort „grünlich" in der Flügge'schen Beschreibung des α-Bacillus, war mir aber andererseits der beste Beweis, dass mit Flügge's Worten die Cultur gemeint sei, die ich aus dem Koch'schen Laboratorium mitgenommen.

[2] Man wird eine gewisse Uebereinstimmung mit den Agar-Culturen nicht verkennen können.

[3] Flügge spricht geradezu von einer schleimigen Auflagerung.

nun eine Spur oder auch ein ganzes Häufchen der Colonie auf brache Kartoffelstellen, so machen auch diese transplantirten Colonieen die Farbenmetamorphose durch. Ich habe oftmals dies frappante Verhalten demonstrirt, ohne dass es einmal im Stich gelassen hätte. Dies Chamäleon-Phänomen ist durchaus charakteristisch für den β-Bacillus, ist mir aber mit den α-Culturen niemals geglückt. Ich möchte dies Phänomen als das untrüglichste Unterscheidungszeichen zwischen α- und β-Bacillus ansprechen. Dass die berührten Stellen und die abgelösten Theilchen der Culturhäufchen selbst grün werden, während ja doch diese letzteren niemals spontan grün wachsen, erschien mir sehr befremdend. Dass ein Farbstoff so schnell kommen und gehen kann, war noch verständlich und hatte ja in dem plötzlichen Dunkelwerden geschüttelter Gelatineculturen ein analoges Verhalten gefunden. Dass aber auf Kartoffeln das Pigment immer an das Substrat gebunden, niemals an den Colonieen haftend erschien, hielt ich für das beste Argument zu Gunsten der Ansicht, dass das Pigment ein Stoffwechselproduct der Bacterien und nicht ihre Eigenfarbe sei, wie Lücke[1] einstmals glaubte und zwar aus dem Grunde, „weil ein von den Bacterien abgetrennter Farbstoff gelegentlich einmal auch ohne die Organismen in Verbänden vorkommen müsste." Ja! Manche glaubten unter dem Mikroskope eine grünliche Farbe der Einzelindividuen erkennen zu können. All diesen gegentheiligen Meinungsäusserungen gegenüber bewies ja gerade das Wachsthum auf Kartoffeln, dass das Pigment des Bac. pyscyaneus eben nicht an die Bacillen gebunden, sondern ihr Erzeugniss sei, das durchaus nicht unter allen den Bedingungen auftrete, unter denen die Bacillen sich bis ins Ungezählte vermehren, was doch wohl ein logisches Postulat der anderen Ansicht wäre, was aber für unsere Bacillen des grünen Eiters durchaus nicht zutrifft, wie wir oben gesehen haben. Es leuchtet nun ein, wie schwer von dem eben motivirten Standpunkte aus das obige Phänomen zu deuten ist.

Statt aller unfruchtbarer Erklärungsversuche will ich nur bei Wege lang mittheilen, dass ich mich des Eindrucks nicht erwehren kann, es handle sich um die Aeusserung einer momentanen Lufteinwirkung, eines oxydirenden Einflusses also. Wenn das Pigment nun vielleicht deswegen auf der Colonie selbst nicht erschiene, weil es nur ganz oberflächlich in kleinsten Quantitäten und in dünnster Schicht im Contact mit der Luft entsteht und bald wiederum abblasst, müsste man es dann nicht dadurch erzeugen können, dass man tiefgelegene Theile der Zoogloea blosslegt und dem Luftcontact aussetzt? Freilich bliebe es uns alsdann nicht erspart, etwas wie eine Muttersubstanz anzunehmen, das sich fortwährend neu erzeugend die Zoogloea imprägnirt, von da in den Nährboden diffundirt und dergestalt aufgespeichert augenblicklich mit der Promptheit einer Farbenreaction Pigment zu liefern im Stande ist, sobald die Luft Zugang findet.

Noch ein Wort über ältere Kartoffelculturen. Nach 14 Tagen zeigen α-Culturen einen gleichmässigen glatten, feucht und klebrig glänzenden dunkelgelben Ueberzug auf der Oberfläche. Das Grün ist abgeblasst. Die β-Culturen zeigen eine eigenthümliche Gliederung; eine dünne metallisch aussehende Lamelle bildet gleichsam die Folie, auf welcher nun chocolade-braune etwas feuchte glänzende mehrfach zu gitterartigen Zeichnungen zusammenfliessende Häufchen

[1] Ueber die sogen. blaue Eiterung und ihre Ursachen. *Archiv für klinische Chirurgie.* 1862. Bd. III.

von Hirse- bis Hanfkorngrösse, sitzen. Das Grün ist noch ziemlich intensiv, und deutlich geblieben, wenn auch schmutzig grau-grün geworden. Dies Bild erhält sich bei beiden Culturen noch wochenlang.

Gelatineplatten

beider Culturen unterscheiden sich in Nichts, ausser einer rapideren Verflüssigung des β-Bacillus. Trotz vieler Zeichnungen frischer und nach Garrè[1] conservirter Platten ist es mir nicht möglich gewesen, constante Unterschiede der Colonieenbilder zu statuiren, was ich nicht für gleichgiltig hatte und unten noch zu verwerthen gedenke.

Geradezu wichtig aber und für die Interpretation unseres Fundes ausschlaggebend ist die vollständige Congruenz der Einzelindividuen beider Culturen in Grösse und Gestalt. Die Mittelwerthe vieler Messungen[2] sind bei beiden ganz gleich ausgefallen. Die durchschnittliche Länge beträgt 2 bis 4 μ, in Ausnahmen 5 bis 6 μ, die Breite $^1/_2$ bis $^2/_3$ μ.

Im hängenden Bouillon-Tropfen bleiben von beiden Culturen grössere zusammenhängende Massen regungslos liegen. Am Rande dagegen, wo sich Einzelindividuen abtrennen, beginnt ein bewegungsvolles Leben. Die Locomotion ist bei beiden der Art, dass sie nicht mit der Brown'schen Molecularbewegung verwechselt werden kann. Es sind nicht nur zitternde Bewegungen oder solche, die nur bestimmten Verdunstungsströmungen folgen, sondern offenbar active wühlende schlängelnde, bohrende und quirlende Bewegungen, oftmals wie zielbewusst vor- und rückwärts wiegend, gegenseitig ausweichend. Doch auf die Bewegungsenergie scheint sich die Congruenz der beiden nicht auszudehnen. Diejenige des β-Bacillus ist unstreitig grösser als die des α-Bacillus. Beide Präparate auf hohlem Objectivträger sind natürlich denselben Bedingungen unterworfen, derselben Lichtstärke, derselben Temperatur. Inmitten zahlreicher an Ort und Stelle hin- und herwiegender Bacillen beschreiben einzelne complicirtere Figuren, uhrzeigerförmige z. B., so dass das eine Ende fixirt bleibt; wieder ein anderer Bacillus peitscht auf eine Gruppe los und wie die Bahn frei ist, schwimmt er schlangenähnlich aus dem Gesichtsfeld. Ich halte mich zur Annahme berechtigt, dass die lebhafteren Formen auch die jüngeren sind und zwar aus dem Grunde, weil nach 24stündigem Stehen bei Zimmertemperatur die regsamen Formen zahlreicher sind als im frisch angefertigten Präparat, sich wohl also auch im Bouillontropfen erst entwickelt haben. Auch ist heute der ganze Tropfen von lebhaften Formen durchsetzt, während gestern nur am Rande der Bacillenklümpchen sich Bewegung zeigte. Eine grössere Wachsthums- und Fortpflanzungsenergie des β-Bacillus glaube ich daraus schliessen zu dürfen, dass nach 24 Stunden jugendliche kurze elliptische Formen in auffallend viel grösserer Menge vorkommen. Diese Formen, die älteren Culturen ganz abgehen, mögen zu der Notiz Veranlassung gegeben haben, es sehen die

---

[1] Garrè, *Fortschritte der Medicin.* 1886. Bd. IV. Nr. 12.

[2] Ich muss hier einen Mangel der Untersuchung eingestehen. Ich weiss sehr wohl, dass ganz zuverlässige Werthe nur durch Messungen an Photogrammen bei bekannter Vergrösserung zu gewinnen sind. In Ermangelung des Apparates musste ich auf diesen erwünschten Grad der Genauigkeit verzichten, suchte aber die Lücke durch möglichst mannigfach modificirte Behandlung und darauf folgende Mikrometermessungen nach Kräften auszugleichen.

Bacterien des blauen Eiters oft Kokken ähnlich. Die kurzen Formen stellen sich natürlicher Weise leichter auf die Pole als längere und in dieser axialen Stellung können sie Kokken vortäuschen, wenn man versäumt, durch Verschiebung des Focus ihre Längendimension zu würdigen oder abzuwarten bis sie sich vermöge der Eigenbewegung anders einstellen. Möglich, dass die französischen Forscher diese Formen vor Augen hatten und als Kokken beschrieben, wiewohl dies eine etwas gezwungene Annahme zu ihren Gunsten wäre.

Noch ein Wort über das Pigment. Es ist nicht wohl möglich, die Farbstoffe in genügender Menge zu bekommen, um sie chemisch zu untersuchen. Aber dass es wirklich verschiedene chemische Körper sind, beweist folgendes Verhalten: Mit Chloroform geschüttelt bildet die alte β-Cultur bald drei Schichten, eine oberste gelblich schmutzig trübe, eine milchig hellgrüne in der Mitte und eine klare azurblaue unterste. Einige Tropfen der letzteren, durch den Scheidetrichter gesondert oder mittelst der Pipette auf den Objectivträger gebracht, lassen nach Verdunstung zierliche nadelförmige in Sternfiguren gruppirte Kryställchen von azurblauer Farbe zurück. Der gelbe fluorescirende Farbstoff älterer α-Culturen hingegen löst sich nicht so gut in Chloroform. Es bilden sich nach dem Schütteln nur zwei Schichten, eine ziemlich intensiv gelb gefärbte obere und eine untere Emulsionsschicht, auf deren Grund wenige Tropfen schwachgefärbten Chloroforms sich sammeln. Aus letzteren lassen sich durch Verdunsten kleine rhombische Krystalle von grünlich leuchtendem Glanze gewinnen. Weiter habe ich leider bis jetzt die chemische Seite dieser Materie nicht fördern können.

Ob nun an dem einen Orte der, an dem anderen ein anderer Organismus das Phänomen des blauen Eiters erzeugt, wie es nach obiger Darstellung fast den Anschein hat, ist im Grunde praktisch so gleichgültig und wissenschaftlich von so geringer Tragweite, dass die einlässliche Beschreibung verglichen mit der geringen Dignität des Themas einer besonderen Rechtfertigung bedürfte. Vielleicht ist sie durch folgende Erwägungen gegeben:

Der ähnlichen und congruenten Merkmale zwischen unseren beiden Formen sind so viele und gewichtige, der unähnlichen und differenten zwar so contante aber gewissermaassen versteckte, nur mittelst relativ feiner Methoden aufzudeckende, dass ich sie nicht als verschiedene Species auffassen möchte, sondern innerhalb einer Species differente Unterarten oder Varitäten oder Spielarten — auf den Namen kommt hier nicht so viel an. Das ist freilich eine Auffassung, die nicht Jeder zu theilen, anzuerkennen braucht, aber wenigstens eine, die nicht widerlegt werden kann mit triftigeren Gründen, als die, die sie stützen. Noch sind unsere systematischen Kenntnisse in diesem Gebiet zu jung, zu elementar. Aber jene Merkmale, aus denen wir in der Bacteriologie den Artsbegriff zu constituiren gewohnt sind, Grösse, Form, gegenseitiges Lagerungsverhältniss, Wachsthumweise, Affinität zu Farben, biologische Rolle im Haushalt der Natur, augenfällige Aeusserungen und Produkte, sind bei beiden nahezu

congruent. Dass eine Pflanze etwas üppiger aufschiesst, ein etwas dunkleres Colorit hat als eine andere, berechtigt sie noch nicht dazu eine besondere Art zu repräsentiren, oder ist zum mindesten bei sonst gleichen Merkmalen kein Grund gegen die Annahme einer engeren Verwandtschaft. Mag man nun die beiden Bac. pyocyanei als Unterarten einer Species auffassen oder nicht, ihre nahe Verwandtschaft wird Jeder zugeben müssen. Wenn aber „die Spaltpilze sich in einander verwandeln, wenn wirklich die Miasmenpilze unter günstigen Bedingungen aus den Fäulnisspilzen oder anderen allgemein verbreiteten Spaltpilzen entstehen und unter entgegengesetzten Bedingungen wieder in diese übergehen“[1] würden, wenn wirklich die gleiche Species im Laufe der Generationen abwechselnd verschiedene morphologisch und physiologisch ungleiche Formen annehmen würden, welche im Laufe von Jahren und Jahrzehnten bald die Säuerung der Milch, bald die Buttersäuregährung im Sauerkraut, bald das Langwerden des Weines, bald die Fäulniss der Eiweissstoffe, bald die Zersetzung des Harnstoffes, bald die Rothfärbung stärkemehlhaltiger Nahrungsmittel bewirken und bald Diphtherie, bald Typhus, bald recurrirendes Fieber, bald Cholera, bald Wechselfieber erzeugen würde[2], wenn wirklich, um recht drastische Beispiele zu wählen, der Heubacillus durch accomodative Züchtung sich in den Milzbrandbacillus umwandeln würde[3], wenn ferner unschuldige Kothbacterien im Organismus zu invasiven Typhuskeimen herangezüchtet werden könnten[4] — kurz, wenn die Naegeli-Buchnerschen Ansichten zu Recht bestünden, müssten denn nicht vor allem Uebergangsstufen und Zwischenformen gefunden werden können zwischen zwei so nahe verwandten Individuen, die sich, soweit wir heute urtheilen können, nur innerhalb des Artsbegriffs unterscheiden? Ehe sich das Wunderbare vollzieht, dass der Bacillus subtilis im Verlauf weniger Generationen[5] zum Bacillus anthracis wird, müsste da nicht viel eher einer der genannten Bacilli pyocyanei sich dem andern wenigstens genähert haben nach 20 bis 30 Generationen? Stünde nicht zu erwarten, dass jeder der beiden „seine Natur den neuen Verhältnissen nach und nach anpasste, und dass darum eine mehr oder weniger geänderte Constitution mit grösserer oder geringerer Beständigkeit hervorginge“[6], dass, den

[1] Naegeli, *Die niederen Pilze.* München 1877.

[2] Naegeli, a. a. O. S. 64.

[3] Buchner, *Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagium aus den Heupilzen.* München 1880.

[4] Wernich, *Die Entwickelung der organisirten Krankheitsgifte.* Berlin 1880. S. 89.

[5] Die umgekehrte Umzüchtung von Milzbrandbacillen in Heubacillen will B. ja sogar in 24 Stunden unternommen haben (citirt nach Flügge a. a. O. S. 192).

[6] Naegeli, a. a. O. S. 23.

gleichen Bedingungen unterworfen sie beide ihre geringen Charakterunterschiede preisgeben würden, woraus vielleicht ein allgemeiner Bacillus pyocyaneus zunächst hervorginge, dem die vornehmsten Merkmale des Artsbegriffes noch innewohnten? Das ist doch wohl das Postulat jener Anschauung. Mir ist aber dergleichen unter meinen Culturen niemals vorgekommen. Niemals war ich auch nur im Geringsten im Zweifel, welcher der beiden mir vorlag, niemals blassten die Charaktere ab zu Gunsten einer Annäherung. Also auch auf diesem von ganz anderem Gesichtspunkte ausgehenden Wege komme ich zur vollkommenen Bestätiggung des Koch-Gaffky'schen Grundsatzes: „Die (pathogenen) Spaltpilze sind specifische Wesen, welche nur aus ihresgleichen hervorgehen, und welche nur ihresgleichen wieder erzeugen“[1]. Ich glaube nun freilich nicht, dass Koch's zwingende Logik ganz wirkungslos an Naegeli's Ansichten vorübergegangen ist, aber meines Wissens geht ein Compromiss oder eine Aenderung seines Standpunktes aus seinen letzten Kundgebungen nicht hervor und auch Buchner's Anmerkung gegenüber Prazmowsky[2] beweist ein Festhalten früherer Ansichten, trotz mancher Zugeständnisse, die er in seinen neuen Arbeiten dem Princip der constanten Arten gemacht hat. Es leuchtet also ein, dass die Gelegenheit nicht versäumt werden durfte, von einer, so viel ich sehe, neuen Seite der Theorie der Münchener Schule beizukommen, einer Theorie, die trotz geistreicher Parallelen mit Darwin's Ideen[3] nicht nur alles bacteriologische Arbeiten auf dem Gebiete des Infectionslehre, sondern alles praktisch thätige Eingreifen der Hygieniker und Chirurgen von vornherein lahm legt.

Heidelberg, den 1. März 1887.

---

[1] Gaffky. *Mittheilungen des kaiserlichen Gesundheitsamtes.* Bd. I. S. 133.

[2] *Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München.* 1885. Bd. I. Hft. 1. S. 21.

[3] Ich will mich hüten, in der Verallgemeinerung zu weit zu gehen. Die unbestrittene Thatsache der erblichen Abschwächung einzelner Bacterien hat zur Vorsicht gemahnt. Auch ist es selbstverständlich, dass mit einer Rettung des Princips constanter Arten nichts gegen die Theorie von der Entstehung der Arten präjudicirt wird.

Entgegnung auf die Abhandlung der Herren Dr. E. Fraenkel und Dr. M. Simmonds:

„Weitere Untersuchungen über die Aetiologie des Abdominaltyphus."[1]

Von

Beumer und **Peiper.**

Es ist ein Verdienst E. Fraenkel's und M. Simmond's durch ihre bekannte Arbeit: „Die ätiologische Bedeutung des Typhusbacillus" die Frage von der Uebertragungsmöglichkeit dieser Gebilde wieder in Fluss gebracht zu haben, nachdem dieselbe wohl in Folge des negativen Ausfalles der Gaffky'schen Versuche vorläufig nicht weiter bearbeitet war.

Durch diese Arbeit glaubten E. Fraenkel und M. Simmonds den Beweis der erfolgreichen Uebertragungsmöglichkeit der Typhusbacillen auf Mäuse und Kaninchen erbracht zu haben. Das ist der Kernpunkt ihrer ganzen Arbeit.

Alle ihre Beweise gelten wesentlich diesem Punkte und sofort im Beginn des betreffenden Abschnittes S. 32 „Uebertragungsversuche auf Thiere" sagen sie:

„ . . . . . Unser Hauptziel blieb das, jenes einzige, noch fehlende Glied in der Kette der Beweise für die Pathogenität des Typhusbacillus, die erfolgreiche Uebertragung auf Thiere zu liefern. Die Aussichten auf Erfolg schienen im Anfang nicht gross, hatte doch ein Forscher wie Gaffky, dem noch dazu ein reiches Material verschiedenartiger Thiere zu Gebote stand, nach langen vergeblichen Mühen das Unternehmen wieder aufgegeben und vielleicht würden auch wir wohl bald den Muth verloren haben, hätten nicht gerade unsere ersten Uebertragungsversuche sämmtlich ein positives Resultat geliefert, denn jetzt, nachdem uns einmal eine kleine Reihe von Versuchen geglückt war, liessen wir uns durch später erhaltene Misserfolge nicht davon abschrecken, die einmal betretene Bahn weiter zu verfolgen."

[1] Vgl. oben S. 138.

Wohl mit durch die Untersuchungen und anscheinend so leicht zu erzielenden Resultate E. Fraenkel's und Simmonds' veranlasst, wurden dann im Vorjahre von eingehenderen Arbeiten über die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen, die von Seitz, Sirotinin und uns veröffentlicht.

Soweit es sich um die Einführung der Typhusbacillen in die Blutbahn oder in die Bauchhöhle handelt, glaubt die Arbeit des erstgenannten zu denselben Schlüssen gelangen zu müssen, wie sie von E. Fraenkel's und Simmonds angegeben waren, während die Importation in den Darmcanal schon Seitz auf den Gedanken führte, es handele sich hier bei Befolgung dieses Weges doch nur um deletäre, toxische Wirkungen der Typhusbacillen auf den Organismus.

Die Arbeit Sirotinin's und die unserige in dieser Zeitschrift zeigte sodann, dass der Gedanke von Seitz nicht allein bei der Einführung der Typhusbacillen in den Darm, sondern auch für die in die Blutbahn, wie Bauchhöhle, wie Unterhautzellgewebe der richtige sei, dass es sich hier nicht, wie E. Fraenkel und Simmonds behauptet hatten, um eine erfolgreiche Uebertragung handle, sondern dass der Tod der Versuchsthiere die Wirkung einer toxischen Substanz sei, die von den Typhusbacillen auf den Nährböden producirt ist (Brieger's Typhotoxin).

Der Beweis für diese Behauptung wurde in beiden Arbeiten neben anderen Gründen hauptsächlich durch die Verwendung sterilisirter Culturen erbracht, deren Einführung in den Körper der Versuchsthiere ähnliche Wirkungen und Veränderungen hervorzurufen vermochte, wie die der lebenden Bacillen.

Bei solcher Sachlage konnte daher ein Zweifel über die Wirkungsart der Typhusbacillen im Thierkörper nicht mehr aufkommen und es sahen sich aus diesem Grunde E. Fraenkel und Simmonds genöthigt, dieses in einer neueren Veröffentlichung[1] zuzugeben. Ihre Worte lauten:

„Wir schliessen . . . . . uns der Ansicht an, dass sich beim Wachsthum des Typhusbacillus auf gewissen Nährboden eine toxische Substanz bildet, die unabhängig von der Anwesenheit lebender Stäbe eine krankmachende und in genügender Dosis injicirt, tödtliche Wirkung auf die benutzten Thierarten auszuüben vermag. Hingegen können wir den zweiten Satz, dass eine erhebliche Vermehrung der Typhusbacillen im Thierkörper nicht stattfinde, noch nicht als bewiesen erachten, wenn es uns auch vor der Hand fern liegt, das Gegentheil zu behaupten oder selbst nur vermuthungsweise anzunehmen."

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. Heft 1. S. 153.

In der Hauptsache ist daher jetzt eine völlige Uebereinstimmung erzielt worden, nachdem E. Fraenkel und Simmonds auch durch eigene Untersuchungen sich überzeugt haben, dass die Wirkungen der Typhusbacillen nicht beruhen auf einer erfolgreichen Infection, sondern auf einer Intoxikation, hervorgerufen durch giftige Stoffwechselproducte, die die Bacillen auf den Nährböden producirt hatten.

Völlig nebensächlich muss es bei solcher Sachlage erscheinen, ob die Typhusbacillen nach der einen Ansicht zu den thierpathogenen, nach der anderen zu den nur für den Menschen pathogenen, für den Thierkörper aber nicht pathogenen Bacillen gerechnet werden sollen. Und um diese Fragen drehen sich doch wesentlich die neueren Auslassungen E. Fraenkel's und Simmonds' gegen unsere Arbeit. Hätten die Herren bei der Beurtheilung unserer Arbeit auch die zweite Abhandlung, die der ersten im nächsten Hefte dieser Zeitschrift doch sofort folgte, abgewartet, so hätten sie eingesehen, dass ihre Einwendungen gegen unsere Arbeit in dieser Beziehung überflüssig waren, da wir ihnen das Recht, die Typhusbacillen als thierpathogene zu bezeichnen, gern zugestehen, denn wir sagten in dieser zweiten Abhandlung[1] wörtlich Folgendes:

„Wir können daher nach unseren Studien für die verwendeten Versuchsthiere die Typhusbacillen nur zu jener Bacteriengruppe rechnen, die toxisch wirken nur in grösserer Zahl, die im Thierkörper sich nicht zu vermehren vermögen, die in geringer Menge importirt kaum Krankheitserscheinungen hervorrufen können. Will man auch diese Gruppe als eine pathogene bezeichnen, so wird sich bei den heutigen noch unvollkommenen Kenntnissen von der Wirkung vieler Bacterien Zwingendes dagegen nicht anführen lassen, da die genaue Scheidung zwischen pathogenen und nicht pathogenen Bacterien nicht überall streng durchführbar erscheint. Bedenkt man aber, wie auch unsere Controlversuche dieses darthun, dass eine Reihe bisher studirter Bacterien ebenfalls unter gewissen Umständen, bei geeigneter Einverleibung grösserer Mengen giftige Wirkungen hervorzurufen in der Lage sind, Wirkungen, die eben künstlich durch die Art der Einführung in den Körper direct in das Blut oder in eine der grossen, so rasch resorbirenden Leibeshöhlen, oder in das Unterhautgewebe und zwar stets in massenhaften, den natürlichen Verhältnissen wohl kaum entsprechenden Mengen, erzeugt werden müssen, Wirkungen, die bei Verwendung geringerer Gaben und Benutzung der natürlichen Infectionswege, wie sie durch das gelegentliche Ver-

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. Heft 1. S. 129.

schlucken dieser Gebilde gegeben werden, nicht aufzutreten vermögen, dann scheint es uns richtiger, die Bezeichnung „pathogen" nur jener Gruppe zuzulegen, denen ein Reproductionsvermögen im Körper innewohnt. Wir würden demnach die Typhusbacillen als für den menschlichen Organismus pathogene Keime, für die bisher geprüften Versuchsthiere aber als nicht pathogene bezeichnen müssen."

Durch die Erledigung dieser hauptsächlichsten der Einwände E. Fraenkel's und Simmonds' gegen unsere Arbeit, erscheint es uns unnöthig, auf die übrigen völlig nebensächlichen einzugehen, zudem kein einziger derselben als begründet und zutreffend anerkannt werden kann.

Mit der Betonung des obigen Zugeständnisses von Seiten E. Fraenkel's und Simmonds' und mit der Betonung der in Folge dessen eingetretenen Uebereinstimmung der hauptsächlichsten neueren Arbeiten über die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen glauben wir diese Entgegnung am zweckmässigsten beschliessen zu dürfen.

[Aus dem Senckenberg'schen Institut zu Frankfurt a./M.]

Ueber das Reductionsvermögen der Bacterien.

Von

Dr. Fritz Cahen,
Assistent am Senckenberg'schen Institut zu Frankfurt a./M.

Den Begriff des Lebens knüpfen wir nach unseren heutigen Anschauungen in letzter Instanz an die Thätigkeit der Zellsubstanz, von deren unfassbarem Reichthum an chemischen Spannkräften wir Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung abhängig machen. In besonders einfacher Form kommt uns die lebende Zellsubstanz bei den Bacterien zur Wahrnehmung. Alle die mannigfaltigen Versuche, welche in der neuesten Zeit, seitdem die Bacterien in den Vordergrund des medicinischen Interesses getreten sind, zur Erforschung des Lebens derselben angestellt wurden, dürften daher insofern ein allgemein physiologisches Interesse beanspruchen, als sie vielleicht in Zukunft auf vergleichendem Wege uns Aufschlüsse über die vielgestaltigen Kräfte der Zellsubstanz höher organisirter Wesen bringen werden.

Der Rückschluss von der relativ einfachen Formgestaltung der Bacterien auf einen entsprechend einfachen Stoffwechsel würde freilich ein verfehlter sein; so lückenhaft unsere bis jetzt gesammelten Kenntnisse auch sein mögen, so haben sie doch schon eine solch ungemeine Mannigfaltigkeit der Lebensvorgänge gezeigt (Verschiedenheit der Farbstofferzeugung, Fermentwirkung, Gährung und Fäulniss), dass wir einstweilen noch ohne leitende Principien in dem Gewirr von Thatsachen stehen.

Die bisherigen Untersuchungen über die Lebensbedingungen und -äusserungen der Bacterien wurden auf Grund genauer chemischer Analysen der zugeführten und verbrauchten Nährstoffe angestellt, ähnlich wie

sie zur Erforschung des Stoffwechsels höherer Organismen schon längst zu Erfolgen geführt hatten. Die ungemein geringen Quantitäten, mit denen die Analyse zu rechnen hatte, machen es begreiflich, wie mühevoll dieser Weg gewesen ist, und wie schwierig die erhaltenen Resultate nachzuprüfen waren. Die geniale Methode, nach welcher P. Ehrlich[1] in der jüngsten Zeit Farbstoffe in den lebenden Organismus einführte und ihre Veränderungen beobachtete, brachte mich auf den Gedanken, mit ähnlichen Methoden die Biologie und namentlich die Sauerstoff-Athmung der Bacterien zu untersuchen. Ich versuchte den üblichen Nährlösungen Farbstoffe zuzusetzen, welche chemischen Veränderungen leicht zugänglich wären. Bei der Auswahl derselben war jedoch zu berücksichtigen, dass sie keinen schädlichen Einfluss auf das Wachsthum der Bacterien ausüben, sowie dass sie durch die Bestandtheile der Nährlösung selbst nicht angegriffen werden durften. Auf den Rath von Hrn. Professor Weigert richtete ich mein Augenmerk zunächst auf die sogenannten Küpen, d. h. leicht reducirbare Farbstofflösungen, welche sich an der Luft wieder oxydiren. Methylenblau, das ich zuerst aus verschiedenen Fabriken in Anwendung zog, erwies sich so sehr mit Resten der Herstellung verunreinigt, dass viele Bacterien bei einem Zusatz desselben zu Nährmedien nicht zur Entwickelung kamen. Viel mehr geeignet zeigte sich Indigocarmin, das ohne nachweisbaren Einfluss auf das Gedeihen der Culturen blieb, allein in alkalischer Fleischbouillon sehr leicht „von selbst" reducirt oder völlig zersetzt wurde. Die Zersetzung trat namentlich beim Sterilisiren ein und liess sich manchmal dadurch vermeiden, dass man die Nährmedien und die Farblösung isolirt erhitzte, erkalten liess und dann erst vermischte. Allein auch dann war man nie sicher, dass nicht nach einigen Tagen eine langsame Zersetzung des Farbstoffes begann, und nach vielen vergeblichen Versuchen wandte ich mich zur Lackmuslösung, die ich ursprünglich nach Buchner's Vorgang zur Erkennung der veränderten Reaction der Nährlösung angewandt hatte. Im Verlaufe meiner Versuche hat sich aber ergeben, dass viele Bacterien im Stande sind, aus der Lackmusfarbe ein Leukoproduct abzuspalten, das sich wie eine Küpe verhält. Es zeigte sich also, dass Lackmus für bacteriologische Untersuchungen gleichzeitig die Reaction der Nährlösungen, sowie Sauerstoffentziehung anzuzeigen geeignet ist.

Von einer sterilisirten, concentrirten, wässerigen Lackmuslösung setzte ich der gebräuchlichen alkalische Nährgelatine oder Bouillon, der 0·5 Procent Kochsalz, 1 Procent Pepton zugefügt war, soviel zu, bis eine intensiv blaurothe Farbe entstand; eine stärkere Alkalescenz durch einige Tropfen

[1] P. Ehrlich, *Das Sauerstoffbedürfniss des Organismus.*

einer Lösung von Na_2CO_3 genügte, um die Farbe der Nährlösung in ein reineres Blau überzuführen. Ich füllte alsdann die Nährmedien in Reagensgläser ab, sterilisirte in der üblichen Weise und prüfte das Verhalten einer Reihe von Bacterien zu diesen Farbstoffzusätzen.

Es zeigte sich nun, dass alle diejenigen Bacterien, welche die Gelatine verflüssigen, gleichzeitig auch Lackmus reducirten.

B. prodigiosus, Indicus, pyocyaneus fluorescens liquef., Proteus vulg., B. subtilis, ramosus liquef., mesentericus vulgar., butyricus, Sarcina aurantiaca, B. anthracis, Staphylococcus pyogenes aureus und albus, Spirillum Finkler, tyrogenum und Spir. Cholerae asiaticae — alle bewirkten übereinstimmend diese Reductionen. In den Gelatineculturen schritt dieselbe meist gleichmässig mit der Verflüssigung voran; während der untere Theil der Gelatine noch fest und gefärbt war, fand sich alsdann der obere Theil verflüssigt und entfärbt.

In einer zweiten Reihe von Culturen ging die Reduction über die Grenze der verflüssigten Gelatine hinaus und griff theilweise oder vollständig auf die noch starre Gelatine über. In allen Gläsern kam an der Oberfläche der entfärbten Gelatine in einer mehrere Millimeter breiten Zone die Farbe nach und nach wieder zum Vorschein; hier an der der Luft zugewandten Fläche vollzog sich also wiederum die Oxydation des reducirten Farbstoffes. In einzelnen Culturen (B. mesentericus vulg., Sarcina aurant.) nahm die reducirte verflüssigte Gelatine so schnell wieder O auf, dass die Entfärbung nur an der Grenze der verflüssigten und festen Gelatine in einer 2 bis 3 mm dicken Schicht deutlich wurde, welche vermuthlich die Stelle des intensivsten Wachsthums darstellte.

Viel schneller und ausgedehnter gingen alle diese Reductionen an Bouillon und zwar bei höheren Temperaturen vor sich, so dass ich mich zur Prüfung des Verhaltens der nicht verflüssigenden Bacterien hauptsächlich dieser Nährlösung bediente. In der Gelatine beschränkt sich überdies das Wachsthum gerade der nichtverflüssigenden Bacterien so sehr auf den Impfstich und die Oberfläche, dass die Umsetzungen in den Nährstoffen nur sehr geringe sein können. Von B. coli commune Brieger, B. lactis aerogenes, B. Pneumoniae, B. erythrosporus, B. cyanogenes und B. pyogenes foet. war ich im Stande, Reductionen der Lackmuslösungen nachzuweisen.

Die Zeit, in welcher die Entfärbung der Bouillon von Statten ging, schwankte bei den einzelnen Arten je nach den günstigen Temperaturverhältnissen und der davon abhängigen Wachsthumsenergie. Am Kürzesten war sie, wenn die Culturen dem Temperaturoptimum ausgesetzt wurden. Bei Spir. Cholerae asiat. z. B. trat bei Zimmertemperatur

die völlige Reduction der Lackmuslösung erst am vierten Tage, bei 37° C. schon nach 18 Stunden ein. Auffallend war die Thatsache, dass einzelne Arten jenseits einer gewissen Temperaturgrenze keine Reduction mehr bewirkten, obgleich sie im Wachsthum nicht merklich zurückblieben. Bei Spirillum Finkler z. B., das ich in dieser Beziehung genauer studirte, erlosch das Reductionsvermögen jenseits von 27° C.

Kleine Differenzen in der Menge des zur Impfung verwandten Materiales waren in meinen Versuchen ohne Einfluss auf die Schnelligkeit der Reduction, wie es bei den ausserordentlich günstigen Lebensbedingungen, welche sterilisirte Bouillon den einzelnen Bacterienarten bietet, ja zu erwarten war.

In allen Fällen liess sich durch Umschütteln der entfärbten Bouillon oder der verflüssigten Gelatine der ursprüngliche Farbstoff (häufig bei veränderter Reaction der Nährlösung) wieder erzeugen und dadurch der Beweis einer Reduction erbringen. Die Reoxydation erfolgte nicht momentan, sondern die Farbe kam langsam wieder zum Vorschein und erreichte nach $^1/_2$ bis 1 Minute ihre volle Intensität. In kürzerer oder längerer Zeit, von 15 Minuten bis zu 2 Tagen, je nach dem Alter der Cultur und der Temperatur, der sie ausgesetzt wurde, fand dann wiederum neue Entfärbung statt, und so konnte ich den Wechsel von Oxydation und Reduction häufig mehrere Male an demselben Tage wiederholen.

Bei den Culturen in Lackmus-Bouillon stellte sich diese Reoxydation von selbst nach einiger Zeit ein, wenn die grösste Intensität des Wachsthums vorüber war. Z. B.

bei Spir. Cholerae . . .	37°	am 5. bis 6. Tag,
bei Spir. Finkler . . .	25°	am 5. Tag,
bei B. coli commune . .	27°	am 9. Tag,
bei Spir. tyrogen. . . .	20°	am 17. Tag u. s. w.

Bei B. anthracis liess sich nachweisen, dass diese Reoxydation des Farbstoffes mit einer ausgedehnten Sporenbildung zusammenfiel. — Diese Vorgänge sind leicht verständlich, wenn wir uns vorstellen, dass fortwährend einerseits eine Reduction durch das Leben der Bacterien, andererseits eine Oxydation durch den Sauerstoff der Luft in der Nährflüssigkeit stattfindet. So lange die Reduction überwiegt, bleibt die Bouillon farblos; mit dem verlangsamten Wachsthum oder der Sporenbildung nimmt die Reduction mehr und mehr ab, bis schliesslich der Moment kommt, wo die Oxydation überwiegt und die Farbe wieder zum Vorschein bringt.

In der verflüssigten entfärbten Lackmus-Gelatine habe ich diese spontan eintretende Reoxydation niemals beobachtet; die zähe Consistenz derselben stellt offenbar dem Eindringen des Sauerstoffes einen grösseren Widerstand entgegen.

Zur Controle der obigen Versuche mit gefärbten Nährmedien schlug ich häufig den umgekehrten Weg ein und setzte älteren Gelatineculturen, die schon theilweise verflüssigt waren, sterilisirte Lackmuslösung in kleinen Quantitäten zu. Die Reduction erfolgte alsdann in ganz ähnlicher Weise wie früher. Ich gebe hierfür einen kurzen Auszug meiner Notizen.

5. März. Folgenden Culturen wurden je 5 Tropfen concentrirte Lackmuslösung zugesetzt.

	6. März	10. März	17. März
Spir. Cholerae . . . . . vom 1. März	entfärbt		
Spir. Finkler . . . . . „ 1. März	„		
Proteus vulg. . . . . „ 2. Febr.	„		
Staph. pyog. alb. . . . „ 28. Jan.	„		
B. ramosus liquef. . . . „ 26. Febr.	roth	roth	entfärbt
B. subtilis . . . . . „ 2. Febr.	„	theilweise entfärbt	„
B. Indicus . . . . . „ 2. Febr.	blauroth	blauroth	„
B. mesent. vulg. . . . . „ 2. Febr.	roth	roth	wenig entfärbt
Sarcina aurant. . . . . „ 2. Febr.	blauroth	blauroth	wenig entfärbt

Von B. Typhi abd., B. des Schweinerothlaufes, B. Neapolitanus, Streptoc. Erysip., Microc. Tetragenus gelang es mir nicht, Reduction der Lackmuslösung zu beobachten.

Von Hefe und Schimmelpilzen habe ich mich auf wenige Culturen in Lackmus-Gelatine beschränkt. Weisse Hefe bewirkte keine Farbenveränderung, dagegen stellte sich bei Aspergillus glaucus und Mucor mucedo eine zunehmende Entfärbung in der Nähe der oberflächlichen Pilzrasen vom 7. Tage an ein. —

Ueber Methylenblau, mit dem ich meine ersten Versuche angestellt habe, möchte ich noch Folgendes mittheilen. Von den mir zu Gebote stehenden Culturen wurden im Wachsthum durch einen Zusatz dieses Farbstoffes nicht wesentlich gehindert: B. prodigiosus, Indicus, fluoresc. liquef. erythrosporus, Neapolitanus, Brieger, B. Pneumoniae, B. Typhi abdom., B. lactis aerogenes, B. coli commune, B. cyanogenes. Auffallend

war die Erscheinung, dass die nicht verflüssigenden Bacterien den Farbstoff in sich aufnahmen. Auf schräg erstarrter Gelatine boten die dunkelblau gefärbten Colonieen einen ungewohnten Anblick; auch mikroskopisch liess sich eine ganz schwachblaue Färbung der Bacterien erkennen. Dass es sich dabei nicht um abgestorbene Culturen handelte, konnte leicht durch erfolgreiche Ueberimpfungen von solchen gefärbten Colonieen nachgewiesen werden. — Von den verflüssigenden der oben genannten Arten wurde Methylenblau ebenso wie Lackmus reducirt. —

Der Zusatz von Lackmuslösung zu den Nährmedien lieferte mir gleichzeitig ein Mittel an die Hand, die Veränderung der Reaction derselben, welche durch das Leben der Bacterien bewirkt wird, genauer zu prüfen. Da die übliche Fleischbouillon mit Lackmus eine blaurothe Farbe abgiebt, welche feinere Unterschiede schwer erkennen lässt, so suchte ich, wie oben schon erwähnt wurde, durch eine stärkere Alkalescenz eine reinere blaue Grundfarbe herzustellen. In allen Fällen, in denen eine Reduction des Lackmus auftrat, fand sich gleichzeitig in den ersten Tagen eine sauere Reaction der Nährlösung; schüttelte man eine noch frische Cultur mit reducirter Farblösung, so erhielt man niemals die ursprüngliche blaue, sondern immer eine mehr oder weniger intensive rothe Farbe. In manchen Fällen machte diese sauere Reaction nach einiger Zeit wieder einer alkalischen Platz, deren Verhältniss zu der Anfangs vorhandenen Alkalescenz ich nicht näher untersucht habe. Besonders deutlich war diese wieder eintretende Alkalescenz bei Culturen

von	Spir. Cholerae . .	37°	am 5. oder 6. Tag,
„	Spir. Finkler . . .	27°	am 5. Tag,
„	B. coli	27°	am 8. „
„	B. lactis aer. . . .	27°	am 8. „
„	B. Brieger	27°	am 8. „
„	B. pyog. foet. . . .	27°	am 8. „
„	B. anthracis . . .	35°	am 6. bis 7. Tag,
„	Staph. pyog. aur. . .	37°	am 7. Tag.

Die obigen Versuche bestätigen also mit neuen Methoden, dass durch die Lebensprocesse der Bacterien in den Nährmedien Reductionen bewirkt werden, wie es schon von Naegeli[1] behauptet worden ist. Derselbe wies nach, dass sowohl Schimmel- wie Spaltpilze im Gegensatz zu den

[1] Citirt nach Flügge, *Die Mikroorganismen.* S. 426.

Hefepilzen ihren N-Bedarf aus Nitraten decken können, und dass sich die Umsetzungsproducte der letzteren, N_2O_3 und NH_3, in den Nährlösungen nachweisen lassen.

Nach ihm gelang es Gayon und Dupetit[1] die Reduction der Nitrate unter N_2- und NH_3-Entwickelung durch Cloakenwasser oder faulenden Urin festzustellen; sie schrieben diese Umsetzungen den Anaeroben zu. Déhérain und Maquenne[2] knüpften die Reductionsprocesse an den B. amylobacter., welcher bei der Buttersäuregährung nascirenden Wasserstoff abspalte. Nachdem durch Einführung der festen Nährböden die sichere Isolirung der einzelnen Bacterienarten gelungen war, unternahm es Heraeus[3] in umfassender Weise die reducirenden und oxydirenden Eigenschaften derselben zu prüfen. So interessant seine Versuche auch für die Erkenntniss des Verhaltens der Bacterien im Brunnenwasser gewesen sind, so haben sie bei der Ausdehnung auf die bekannten Bacterienarten mehrfach zu schwankenden Resultaten geführt. Heraeus fand bei der Züchtung in verdünntem Urin, dass B. prodigiosus, B. anthracis, Spir. Finkler, Spir. tyrogen., Staphyloc. pyog. citreus. starke, B. ramosus liquef. schwache und B. subtilis, pyocyaneus, M. tetragenus, Staphyl. pyog. aureus keine Reaction mit Jodamylum gaben, also nicht zur Bildung von salpetriger Säure geführten hatten. Bei B. Pneumoniae, B. Brieger und B. Miller waren die Ergebnisse nicht constant. Der Verfasser lässt es unentschieden, ob das Auftreten von N_2O_3 im Harn auf Oxydation des Harnstoffes zurückzuführen ist oder auf Reduction von Salpetersäure, die sich nach Röhmann[4] bei vegetabilischer Nahrung im Harn vorfindet. Ich glaube nach meinen obigen Untersuchungen das letztere annehmen und die Verschiedenheit meiner Resultate von denen Heraeus' aus der verschiedenen Reducirungsfähigkeit der angewandten Substanz erklären zu müssen.

Nachdem so die Reductionsprocesse von Seiten einer grossen Anzahl Bacterien nachgewiesen waren, erhob sich die Frage: Ist die Reduction eine Function des lebenden Protoplasmas, oder ist es ein secundärer Vorgang, der sich durch Vermittelung der in der Nährlösung gebildeten Umsetzungsproducte einstellt? Gegen die letztere Annahme schienen zunächst

---

[1] *Compt. rend.* t. XCV.

[2] *Compt. rend.* t. XCV und XCVII.

[3] Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnenwasser u. s. w. *Diese Zeitschrift.* Bd. II.

[4] Hoppe-Seyler. *Handbuch der physiol. und path.-chem. Analyse.* 1883. p. 357.

schon die oben angeführten Versuche zu sprechen, in denen zu älteren verflüssigten Culturen Lackmuslösung zugesetzt wurde. Entstanden durch den Stoffwechsel der Bacterien reducirende Substanzen, so mussten sie sich in den älteren Culturen in grösserer Menge vorfinden und eine schnelle Reduction des zugefügten Farbstoffes bewirken. Dies war jedoch keineswegs der Fall. Es blieb aber immerhin die Hypothese möglich, dass die reducirenden Stoffe sich sofort, nachdem sie entstanden, oxydirten, oder dass sie gasförmiger Natur seien und entwichen.

Knüpfte sich das Reductionsvermögen an die directe Thätigkeit des Protoplasmas, so war die O-Entziehung nur möglich, so lange die Culturen noch lebend waren. Durch Abtödten der Bacterien, z. B. $^1/_2$ stündiges Erhitzen dieser Culturen von Spir. Cholerae auf 60° wurde in der That das Reductionsvermögen zerstört.

Wenn ich nun auch zur strengen Entscheidung der oben aufgeworfenen Frage keine Anhaltspunkte gewonnen habe, so möchte ich doch darauf hinweisen, dass P. Ehrlich das Reductionsvermögen als eine fundamentale Eigenschaft des thierischen und pflanzlichen Protoplasmas hingestellt hat, und dass wir demnach die Bacterien nur in die Reihe der Lebewesen einordnen, wenn wir die Sauerstoffentziehung in Nährlösungen als eine Eigenschaft der lebenden Zellsubstanz der Bacterien ansehen. Die Unmöglichkeit bei einer Anzahl Bacterien bisher Reductionsvorgänge nachzuweisen, beruht vielleicht nur auf den unzulänglichen Untersuchungsmethoden.

Ein ganz besonderes Interesse bot das Verhalten der Anaeroben zu den reducirbaren Farbstoffen. Die Arbeit von Liborius[1] hat in unwiderleglicher Weise das Wachsthum einer grossen Anzahl von Bacterien bei absolutem Abschluss von Sauerstoff dargethan und zu der Eintheilung in obligate und facultative Anaeroben Veranlassung gegeben. Diese Anaerobiose steht in völligem Widerspruch mit Allem, was wir sonst vom Leben der uns umgebenden Wesen wissen, für welche die Sauerstoffzufuhr eine nothwendige Existenzbedingung, Sauerstoffentziehung den Tod bedeutet. Die Annahme lag daher nahe, dass diese niedersten Organismen sich in irgend einer Weise den Sauerstoff aus der Nährlösung selbst verschaffen mussten. Die Nägeli'sche Auffassung, dass die Gährung den Anaeroben die nothwendigen Spannkräfte an Stelle des Sauerstoffes liefere,

---

[1] Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bacterien. *Diese Zeitschrift.* Bd. I.

schien nicht mehr ausreichend, es sei denn, dass man von diesen Organismen Gährungen annähme, die bis jetzt unseren chemischen Hülfsmitteln unzugänglich geblieben waren.

Von den obligaten Anaeroben stand mir nur eine Cultur von B. oedematis maligni aus dem Berliner hygienischen Institut zur Verfügung. Von dieser stellte ich Uebertragungen auf Gelatine mit Lackmuszusatz an, indem ich in die gefärbte, leicht flüssig gemachte Gelatine ziemlich reichliche Mengen der Originalcultur mit der Platinöse einbrachte, erkalten liess und dann eine Schicht von 6 bis 7 cm Höhe ungefärbter Gelatine vorsichtig aufgoss. Nach zwölf Tagen war in allen (vier) Gläsern (bei Zimmertemperatur) eine üppige Entwickelung von Gasblasen in dem unteren Theil und gleichzeitig eine Entfärbung der Gelatine wahrzunehmen. Ueberimpfungen, die ich später von diesen Culturen vornahm, ergaben wiederum dasselbe Resultat. Verflüssigung der Gelatine durch Erwärmen und Mischen mit Luft brachte die ursprüngliche Farbe in etwas hellerer Nüance (wegen der grösseren Menge der Gelatine, in der sie jetzt vertheilt war) wieder zum Vorschein; ja es genügte schon der blose Contact mit der Luft, um die Farbe wieder zu erzeugen, wie ich häufig bei den Ueberimpfungen und den mikroskopischen Prüfungen beobachtete, bei denen ich die Reagensgläser zur leichteren Entnahme der Colonieen entzwei schlug.

Wenn wir die Bacillen des malignen Oedems als Repräsentanten der obligaten Anaeroben ansehen, so ergiebt sich aus den obigen Versuchen, dass bei dem Wachsthum dieser letzteren reducirbaren Körpern der Nährlösung Sauerstoff entzogen wird. Diese Anaeroben zeichnen sich also dadurch vor allen anderen Organismen aus, dass sie nicht im Stande sind, ihren Sauerstoffbedarf durch den freien Sauerstoff der Luft zu decken, sondern, dass sie frisch abgespaltenen Sauerstoff gleichsam in statu nascendi zu ihrem Leben erfordern. Mit diesem Nachweis wäre der Anaerobiose ihre Ausnahmestellung in der Natur genommen; die Hauptschwierigkeit besteht jetzt darin, zu erklären, warum diese Reductionsprocesse bei Anwesenheit von freiem O verhindert werden. Ueber diese Frage müssen weitere Untersuchungen Aufklärung bringen.

Die Deutung der facultativen Anaerobiose würde keinen Schwierigkeiten unterliegen, wenn sich von allen Arten dieser Gruppe im Gegensatz zu den Aeroben ausgedehnte Reductionen nachweisen liesen. Vergleichen wir die oben gefundenen Resultate mit denen von Liborius, so scheint bei einer grossen Anzahl Bacterien das Wachsthum bei Sauerstoffabschluss mit dem Reductionsvermögen übereinzustimmen, so bei B. an-

thracis, prodigiosus, B. Pneumoniae, Proteus, Staph. pyog. aur., Spir. Cholerae, Finkler tyrogenum; andererseits lassen sich aber auch grosse Differenzen in den beiderseitigen Ergebnissen nicht verkennen. Liborius führt B. fluoresc. liquef., cyanogenus, subtilis als strenge Aeroben an, während sie im Stande sind, aus Lackmus Sauerstoff abzuspalten; B. typhi, Streptoc. pyogen., Microc. tetragenus bezeichnet der Verfasser als facultative Anaeroben, während es mir nicht gelang, Reduction der Lackmuslösung durch diese Arten nachzuweisen. — Zur Würdigung dieser scheinbaren Widersprüche gegen die Annahme, dass die Anaerobiose auf Reductionsprocessen in der Nährlösung beruhe, sind jedoch zwei Gesichtspunkte zu berücksichtigen: 1. Es ist sehr wohl denkbar, dass das Reductionsvermögen bei einzelnen Arten zur Bestreitung des Sauerstoffbedarfes nicht ausreicht. 2. Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass diejenigen Arten, welche Lackmus nicht reduciren, nicht doch im Stande sind, aus anderen Körpern der Nährlösung Sauerstoff abzuspalten.

Zur weiteren Klarstellung dieser Fragen würden sich die Versuche durch Verwendung anderer Farbstoffe und Nährlösungen von bestimmter chemischer Zusammensetzung noch weiter haben ausdehnen lassen. Durch äussere Verhältnisse bin ich jedoch genöthigt gewesen, meine Untersuchungen abzubrechen und ich möchte an dieser Stelle nur auf die Bedeutung des Reductionsvermögens der Bacterien für unsere Auffassung von der Fäulniss und von dem Sauerstoffkampf der Bacterien mit den Zellen des lebenden Organismus hinweisen.

Eine praktische Bedeutung erhält das Verhalten der Bacterien reducirbaren Farbstoffen gegenüber noch dadurch, dass wir darin ein neues werthvolles Mittel zur differentiellen Diagnostik der einzelnen Bacterienarten ähnlich der Farbstoffproduction, dem Peptonisirungsvermögen und der Gährungserregung gefunden haben. So ermöglicht das Reductionsvermögen mit Leichtigkeit die Unterscheidung des Spir. Cholerae asiaticae von Spir. Finkler und Spir. tyrogenum, deren Trennung durch die Gelatine-Stichcultur immerhin einige Tage erfordert. Wir haben oben schon darauf hingewiesen, dass die Schnelligkeit des Verlaufes der Reduction bei derselben Art von der Temperatur abhängig ist, und dass einzelne Arten bei einer Temperatur, die ihr Optimum überschreitet, keine Farbstoffveränderung mehr bewirken. Zum Nachweis der Choleraspirillen impft man von der Platte her die verdächtigen Colonieen, die sich mikroskopisch als aus gekrümmten Stäbchen bestehend erwiesen haben, in alkalische Nährbouillon mit einem Zusatz von Lackmus und setzt die Culturen einer Temperatur von 37 ° aus. Erweist sich die

Nährlösung am anderen Morgen entfärbt, so kann man, falls eine Verunreinigung ausgeschlossen ist, mit Sicherheit auf Spir. Cholerae schliessen. Zahlreiche Versuche die ich angestellt, beweisen, dass Spir. Finkler und Spir. tyrogenes bei dieser Temperatur kein Reductionsvermögen gegenüber der Lackmuslösung mehr entfalten. Die Entfärbung der Lackmuslösung an sich, ohne Berücksichtigung der Temperatur, stellt auch eine Differenz zwischen Bacterium coli commune und Bacillus Neapolitanus dar, welche beiden man neuerdings zu identificiren geneigt war.

Das Vorkommen der Marchiafava'schen Plasmodien im Blute von Vaccinirten und von Scharlachkranken.

Von

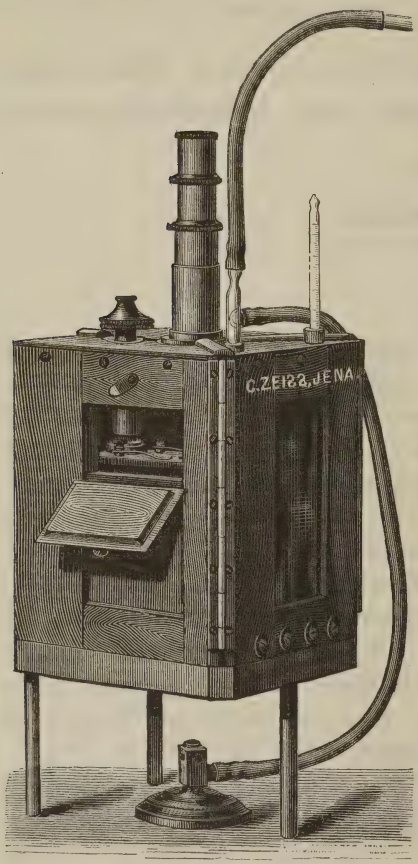
Dr. L. Pfeiffer,
Geh. Med.-Rath in Weimar.

Marchiafava, Celli, Gogli haben im Malariablut innerhalb der rothen Blutkörperchen Formgestalten beobachtet, die bis jetzt noch bei keiner anderen Krankheit gesehen worden sind. Es handelt sich um vacuolenartige, aber färbbare, glatt umrandete Formen innerhalb der Blutscheibe, welche amöboide Veränderungen erleiden und unter körniger Pigmentablagerung schliesslich auch aus dem Inneren der Blutscheibe austreten sollen. Zusammen mit der von Gerhard zuerst und auch von ihnen erprobten Verimpfbarkeit des Malariablutes gründen Marchiafava und Celli darauf die Existenz eines besonderen thierischen Parasiten, der nach ihrer Annahme einen grossen Theil seines Entwickelungsganges innerhalb der einmal heimgesuchten Blutmasse des befallenen Individuums durchläuft. Die anscheinend anderer Deutung bedürftigen Befunde im Hirn und verlängerten Mark bei Malaria kommen hier nicht in Frage.

Aehnliche Befunde sind dem Verfasser wiederholt aufgestossen bei der Untersuchung des Blutes von Vaccinirten und von Scharlachkranken; nur die von Marchiafava und Celli beschriebene Spaltung des Malaria-Plasmodiums zu Körnerhaufen und der darauf begründete Entwickelungsgang sind nicht zur Beobachtung gekommen, wohl aber die vacuolenartige, amöboide aber färbbare, zuweilen kern- oder pigmenthaltige Formgestaltung innerhalb der Grenzen der befallenen Blutscheibe. Ein Heraustreten derselben aus der Blutscheibe ist ebenfalls nicht beobachtet worden.

Für die Blutuntersuchungen hat Verfasser eine eigene zu dem Zwecke in der Zeiss'schen Werkstatt in Jena für ihn construirte Wärme-Vorrichtung benutzt, die so viele Vortheile bietet, dass eine ausführlichere

Beschreibung gestattet sei. Für die umständlich zu handhabenden und mangelhaft functionirenden Wärmetische tritt hier eine Erwärmung des gesammten Mikroskopes ein, durch welche auch über dem Objecttisch ständig ein Strom warmer Luft circulirt. Das Mikroskop steht auf einer dicken Messingplatte, etwas vertieft im Tisch[1] und bekommt durch einen regulirbaren Mikrobrenner von unten die richtige Wärme auf unbegrenzte Zeit zugeführt; oben ist es von einem eng anschliessenden, theilbaren Gehäuse aus Holz oder Asbestpappe bis zur Mikrometerschraube eingeschlossen. Zwei seitliche und verschliessbare Klappen, genau in der Tischhöhe des Mikroskopes, gestatten den Fingern bei geschlossenem Gehäuse die freie Bewegung des Objectträgers. Vorn ist durch eine feststehende Spiegelscheibe dem Licht der Zutritt zum Spiegel gestattet. Ein die vordere Kante des Tisches berührendes Thermometer (oder ein kleiner eigens dazu hergestellter Alkoholthermostat) ist jeder Zeit leicht abzulesen. Das betreffende Mikroskop hat durch diese schon seit Wochen angewendete Art der Heizung keinen Schaden gelitten. Neben dem Mikroskop ist für Blutuntersuchungen z. B. noch eine grosse feuchte Kammer, für sich heizbar, in die Tischplatte eingelassen. In einem Tischkasten erwärmen sich nebenbei Objectträger und Instrumente ganz von selbst. In dem Gehäuse ist noch hinreichend Platz, um z. B. ein kleines Schälchen für warmes Wasser aufzustellen, von dem aus mittelst eines Streifens Fliesspapier die gewöhnlichen Deckglaspräparate auf Stunden feucht gehalten werden können.



Sämmtliche mit dem zu untersuchenden Blute in Berührung kommende Instrumente haben auf diese Weise nahezu Blutwärme gehabt. Für Culturen im hängenden Tropfen hatten die benutzte Fleischwasser-

[1] In der Abbildung auf einem Dreifuss freistehend.

peptonbouillon, für die Beobachtung der Deckglaspräparate die Netzflüssigkeit dieselbe Temperatur. Der Abschluss der Bouilloncultureu auf den hohl geschliffenen Objectträgern geschah mit einer Paraffin-Stearinmischung, welche bei 36° durch ihr Schmelzen eine etwa zu weit getriebene Erwärmung des Mikroskopes ankündigen und als Controle für das Thermometer dienen sollte.

Mit dieser Einrichtung ist es dem Verfasser gelungen, bis jetzt fast in jedem Blute von Vaccinirten, von Scharlachkranken, Parotidiskranken die Marchiafava'schen Formgestaltungen innerhalb der rothen Blutkörperchen aufzufinden. Im Blute Gesunder ist ihm dies bisher nicht gelungen. Eine Deutung des Befundes ist zur Zeit, bei der Neuheit der bezüglichen Beobachtungen, kaum möglich. Lediglich eine Klärung derselben soll durch die vorliegende Mittheilung angestrebt werden.

Ueber die eigenthümliche Zusammensetzung des Blutes bei Vaccinirten, bei Scharlach-, Masern- und Parotidiskranken will Verfasser später an anderer Stelle berichten. Am auffallendsten ist der Reichthum an den von Ries, v. Haller, Klotzsch, Böttcher, Heydenreich, Ponsick, Stricker, M. Schultze, Salisbury, Home u. A. gesehenen kleinen tanzenden Körnern, die annähernd in gleicher Menge nie im Blute Gesunder vorkommen. Sie kleben oft den rothen Blutscheiben an und geben Veranlassung zur Verwechselung mit den zur Stechapfelform umgewandelten rothen Blutscheiben, zumal wenn man sieht, wie diese lebhaft tanzenden Körner immer wieder Angriffe auf die Blutscheiben auszuführen scheinen, bis sie für längere oder kürzere Zeit an denselben haften bleiben. Bilder, wie sie Siedamgrotzki und Bollinger von mit Milzbrandbacillen angeblich befallenen weissen Blutkörperchen, Semmer und Raupach aus dem Rinderpestblut abbilden, kommen im Blute von Vaccinirten und Scharlachkranken ebenfalls vor. Ein Eindringen dieser Körnchen in das Innere der rothen oder weissen Blutscheiben, eine Beziehung zu solchen Blutscheiben, welche die Marchiafava'schen Gestalten im Innern zeigen, hat Verfasser nicht beobachtet.

In Bezug auf die Deutung des Befundes von Marchiafava und Celli sei hier nur auf die Thatsache hingewiesen, dass mit der oft plötzlich eintretenden Stechapfelform bei einer Mehrzahl von rothen Blutkörperchen auf dem Objecttisch auch solche Marchiafava'scher Blutkörperchen zahlreicher erscheinen, und dass somit Druckveränderungen im Plasma der Blutscheibe und im Plasma des Blutes ausserhalb derselben eine Rolle spielen werden.

Fig. 1.

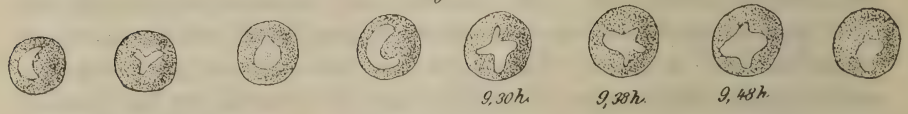


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

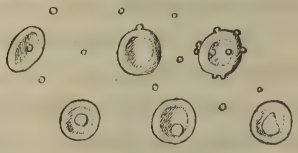
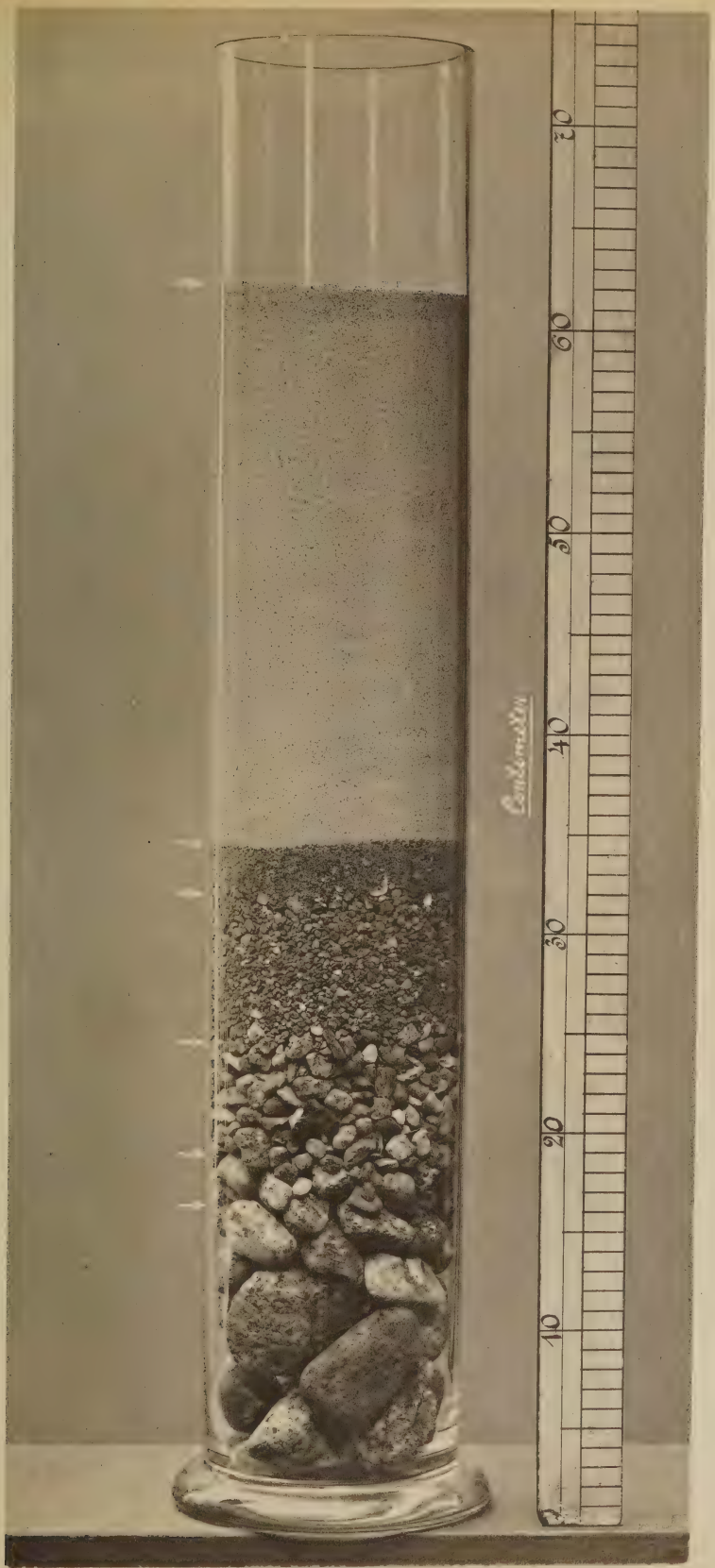


Fig. 1. Kam zur Beobachtung in Blutproben aus dem Ohre eines 7 Tage vorher mit Erfolg vaccinirten Hundes (11. Jan. 1887), beobachtet und gezeichnet mit Zeiss Aprochromat 4 mm und Ocular 12, Vergrösserung = 63 × 12 = 750. Zwischen je zwei Abbildungen liegt ein Zeitraum von ca. 10 bis 15 Minuten.

Fig. 2. Aus dem Blute eines anderen Hundes, in gleicher Weise und zur gleichen Zeit im hängenden Tropfen beobachtet.

Fig. 3. Blut von einem scharlachkranken Kinde, entnommen am 4. Tage des Ausschlages. Am Abend vorher Blutwärme 39·6° C. Vergrösserung 63 × 8 = 504.

Fig. 4. Rothe Blutkörperchen von einem Revaccinirten, am 5. Tage nach der Impfung. Zimmertemperatur und nicht gewärmtes Mikroskop. Vergrösserung 504.



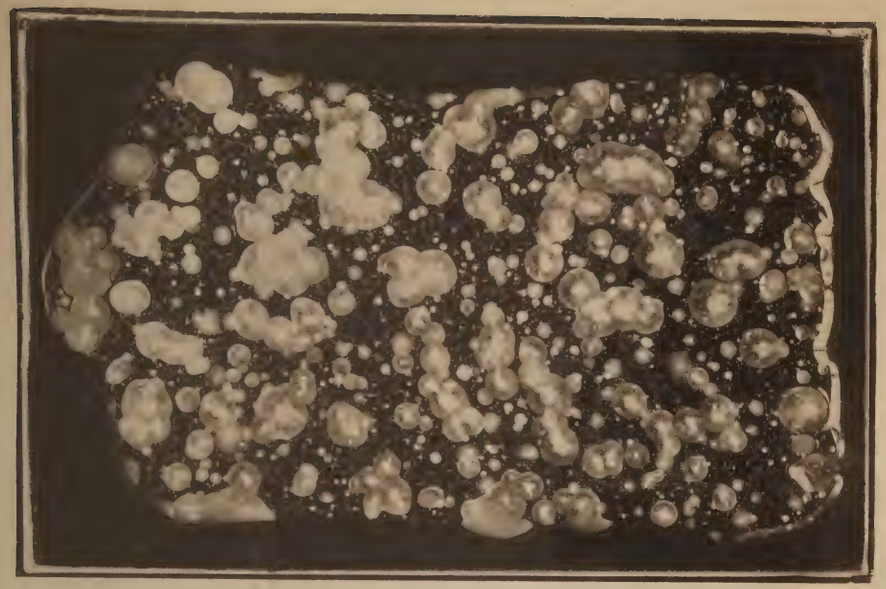
Verlag **Veit & Comp.**, Leipzig.

School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Druck von G. Neumann, Berlin.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925



1.

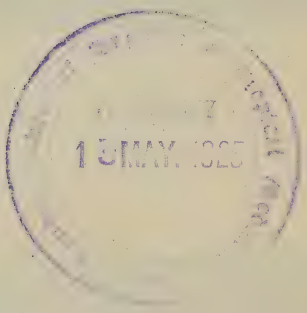
3.

2.

4.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lichtdruck von G. Neumann, Berlin.



[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers in der Zeit vom 1. Juni 1885 bis 1. April 1886.

Von

Dr. Plagge,
Stabsarzt und Assistent am hygienischen Institut zu Berlin,

und

Bernhard Proskauer,
Präparator am hygienischen Institut zu Berlin.

(Hierzu Taf. III—V.)

Die regelmässige Untersuchung des Berliner Leitungswassers, welche bis dahin von dem Kaiserlichen Gesundheitsamte ausgeführt wurde, ging mit dem 1. Juni 1885 auf das neuerrichtete hygienische Institut der Universität Berlin über und wurden die Unterzeichneten mit der Ausführung dieser Untersuchung beauftragt.

Der nachfolgende Bericht bildet somit eine Fortsetzung des von Regierungsrath Dr. Wolffhügel[1] veröffentlichten analogen Berichtes, welcher die Zeit von Juli 1884 bis April 1885 umfasst.

Es sei noch bemerkt, dass für den zweimonatlichen Zwischenraum zwischen jenem und dem vorliegenden Berichte, nämlich für die Monate April und Mai 1885, die Untersuchungsresultate von Hrn. Wolffhügel auf S. 563 bis 565 des oben citirten Bandes besonders zusammengestellt worden sind.

A. Einrichtung und Betrieb der Wasserwerke.

Eine allgemeine Schilderung der Anlage und des Betriebes der Wasserwerke giebt der oben erwähnte Bericht des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, auf welchen daher verwiesen werden kann. Wesentliche Aenderungen

[1] *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte.* Bd. I. S. 1—23.

sind nicht zu verzeichnen. Von den beiden vorhandenen Filterwerken besitzt die an der Spree dicht oberhalb Berlins gelegene Station Stralau nach wie vor acht offene und drei überwölbte Filter mit im Ganzen 37000 qm Fläche, während die Tegeler Station, zwischen Spandau und Berlin an einer seenartigen Ausbuchtung der Havel etwas oberhalb des Einflusses der Spree gelegen, durch Anschluss von drei neuerbauten Filtern zu Anfang August eine nicht unerhebliche Erweiterung erfahren hat, und statt der bisherigen 10 Filter mit 22000 qm Fläche nunmehr über 13 sämmtlich überwölbte Filter mit 29400 qm Filterfläche verfügt. Nach Vollendung der projectirten und grössten Theils bereits in Ausführung begriffenen Erweiterungsbauten wird das Tegeler Wasserwerk aus 21 Filtern mit ca. 50000 qm Filterfläche bestehen.

In Folge der Vergrösserung der Tegeler Anlagen hat auch das Hochreservoir in Charlottenburg durch Erbauung eines dritten überwölbten Behälters von ca. 14000 cbm Inhalt einen entsprechenden Zuwachs erhalten.

Ueber die quantitativen Leistungen der beiden Wasserwerke giebt nachstehende Tabelle Auskunft, welche für die verschiedenen Monate die durchschnittliche tägliche Wasserförderung angiebt.

Uebersicht über die durchschnittlichen täglichen Leistungen der Berliner Wasserwerke für die einzelnen Monate.

Monat	Stralau cbm	Tegel cbm	Summe cbm
Juni 1885 . . .	52348	34770	87118
Juli	51168	35660	86828
August	41531	39767	81298
September . . .	30880	47258	78138
October	21274	47357	68631
November . . .	19936	42670	62606
December . . .	25468	36616	62084
Januar 1886 . .	23526	38305	61831
Februar	24109	37916	62025
März	25468	37915	63383

Die thatsächlich vorgekommenen Maximal-Leistungen sind natürlich zum Theil erheblich höher, als die angegebenen Durchschnittszahlen. So betrug die Wasserförderung am Tage des stärksten Verbrauches, am 11. Juli 1885, in Stralau 64853, in Tegel 35448, zusammen 100301 cbm.[1]

[1] Die Zahlen sind auf den Filterwerken selbst ermittelt worden, aus der Zahl der Kolbenhübe der Pumpen, der Hubhöhe und dem Querschnitt der Pumpenkolben. Von dieser theoretisch gefundenen Zahl sind indess, wie üblich, nur 85 Procent in Rechnung gestellt worden.

Die Einzelnheiten des Filterbetriebes besitzen insofern ein erhebliches Interesse, als ohne genaue Kenntniss derselben ein richtiges Verständniss der Wirkungsweise der Sandfiltration nicht gut zu gewinnen ist. Eine eingehendere Darstellung derselben erscheint daher wohl am Platze.

Die Füllung der 2 bis 4000 qm grossen, aus Mauerwerk, Cement und Thonschlag wasserdicht construirten, an ihrem Boden von grossen Sammelcanälen durchzogenen Filter besteht aus einer 120 bis 130 cm dicken Schicht auf einander folgender, nach oben immer feiner werdender Lagen von Steinen, Kies und Sand.

Für Stralau gilt, nach englischem Vorbilde, folgende Vorschrift:

Packung	grosse Feldsteine	12″	englisch	= 305 mm	vergl. Taf. III.
	kleine Feldsteine	4″	„	= 102 „	
Uebergangsschicht	grober Kies	3″	„	= 76 „	
	mittlerer Kies	5″	„	= 127 „	
	feiner Kies	6″	„	= 152 „	
Filterschicht	grober Sand	2″	„	= 51 „	
	feiner scharfer Sand	22″	„	= 559 „	
	zusammen:	54″	englisch	= 1372 mm	

In ähnlicher Weise besteht die Füllung der Tegeler Filter aus 300 mm Steinen, 300 mm Kies und groben Sandes und 600 mm feinen scharfen Sandes, zusammen 1200 mm.

Oberhalb dieser Füllung nimmt das Filter während des Betriebes noch eine etwa einen Meter hohe Schicht unfiltrirten Wassers auf, dessen Niveau durch einen Ueberlauf constant erhalten wird. Wenn demnach die Niveaudifferenz zwischen der Oberfläche des zu filtrirenden Schmutzwassers und dem in den Kanälen am Boden des Filters sich sammelnden Reinwasser mehr als zwei Meter beträgt, so ist es doch nach den Erfahrungen der Filtertechnik keineswegs zulässig, diesen erheblichen Druckunterschied bei der Filtration in seinem vollen Betrage auszunutzen, weil sonst die zulässige Filtrirgeschwindigkeit beträchtlich überschritten werden würde und nur bei Innehaltung dieser — in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen anderweitiger Beobachter — sowohl in Stralau als in Tegel auf 3 m pro Tag oder 125 mm pro Stunde normirten Maximalgeschwindigkeit die Qualität des filtrirten Wassers eine gute bleibt.

Zur Verminderung des Druckunterschiedes stehen daher die Hauptsammelkanäle sämmtlicher Filter nach Art communicirender Röhren in directer Verbindung mit dem gemeinsamen Reinwasser-Reservoir der ganzen Anlage, dessen Niveau in der Regel nur etwa 50 cm tiefer liegt, als die Oberfläche des Schmutzwassers in den Filtern. Ausserdem aber ist jedes Filter noch mit einer besonderen, am Ausfluss des Reinwasser-Sammel-

kanals angebrachten Schiebervorrichtung versehen, welche es gestattet, die Menge des abfliessenden filtrirten Wassers und damit die Filtrirgeschwindigkeit eines jeden Filters für sich beliebig zu reguliren. In Tegel besteht dieser Regulirapparat aus einer gemauerten Doppel-Kammer mit Stauvorrichtung und Ueberfall-Wehr. Mit Hülfe zweier Schwimmer lässt sich jederzeit aus der Ueberfallhöhe die abfliessende Wassermenge, d. h. die quantitative Leistung des Filters, und aus der Stauhöhe, resp. aus der Differenz des Niveaus des Schmutzwassers und des Reinwassers der „Widerstand im Filter", d. h. der wirksame Filtrationsdruck in einfachster Weise feststellen. Auf der Stralauer Station fehlt eine derartige Messvorrichtung. Hier wird die quantitative Filterleistung aus der Menge des zufliessenden Wassers, und zwar empirisch aus der Stellung des in der Zuflussleitung befindlichen Schieberventils annähernd bestimmt, während aus der engeren oder weiteren Stellung des in der Reinwasser-Abflussleitung angebrachten Schieberventils auf einen grösseren oder geringeren Filtrationsdruck geschlossen wird. An Stelle fortlaufender exacter Angaben über Filter-Druck und -Geschwindigkeit lassen sich daher für Stralau nur Maximal- und Durchschnittswerthe geben, um so mehr, als bei der geschilderten Einrichtung jede Schwankung des Wasserstandes im Reinwasser-Reservoir sich unmittelbar als Druckschwankung auf sämmtliche Filter fortpflanzen muss, und derartige Schwankungen gerade in Stralau bei der Kleinheit des dortigen Reservoirs beständig und in erheblichem Umfange stattfinden.

Im Einzelnen gestaltet sich nun der Filterbetrieb in folgender Weise: Ein frisch in Gebrauch zu nehmendes Filter wird zunächst vom Reinwasser-Reservoir aus, also in umgekehrter Richtung wie bei der eigentlichen Filtration, mit reinem Wasser langsam gefüllt, bis letzteres die oberste Sandschicht um ein Geringes übersteigt. Die vorher in dem Filter enthaltene Luft entweicht hierbei nach oben durch die Poren des Sandes, resp. durch besondere Luft-Abzugscanäle, welche von den grossen Sammelcanälen vom Boden des Filters nach aussen führen. Nunmehr wird der Reinwasserschieber geschlossen, der Schmutzwasserschieber geöffnet und das Filter bis zum Ueberlauf, also von der obersten Sandschicht an gerechnet, etwa 1 m hoch, mit unfiltrirtem Wasser gefüllt.

Sodann lässt man mindestens 24 Stunden lang, wenn möglich noch länger, sedimentiren, sodass die im Wasser enthaltenen Stickstoffe an der Oberfläche des Sandes in Gestalt einer dünnen, zarten, feinporigen Membran sich ablagern können. Endlich wird durch allmähliches Oeffnen des Reinwasserschiebers das Filter zuerst ganz langsam und erst nach und nach bis zur vollen Höhe der angenommenen Normalgeschwindigkeit von 3 m pro 24 Stunden in Betrieb gesetzt.

Diese ganz allmähliche Inbetriebsetzung des Filters ist ein besonders wichtiger Punkt, weil sich neuerdings mit immer grösserer Evidenz herausgestellt hat, dass jene an der Oberfläche des Sandes sich bildende feine Haut erst die eigentlich wirksame Filterschicht darstellt, für welche der immerhin doch recht grobporige Sand lediglich als stützende Unterlage zu dienen hat, wie er seinerseits wieder von den tieferen Schichten feinen und groben Kieses bis herab zu den kopfgrossen Feldsteinen getragen wird. Die überall sich wiederholende filtertechnische Erfahrung, dass ein frisches Sandfilter in den ersten Tagen der grössten Schonung bedarf, und dass eine brüske Benutzung desselben, bevor es zur Bildung der oberflächlichen Schmutzdecke gekommen ist, nicht nur eine ganz mangelhafte Beschaffenheit des Filtrats zur Folge hat, sondern auch zur schnellen und totalen Verschlammung des Filters führt, dürfte eine andere Erklärung, als die oben gegebene kaum zulassen, so überraschend es auf den ersten Blick auch erscheinen mag, dass die mächtige, mehr als $^1/_2{}^{m}$ starke Sandschicht an dem eigentlichen Filtrationsvorgange ebensowenig betheiligt ist, als das grobe Kiesgeröll und die locker gehäuften Steine, nämlich nur in secundärer Weise.

Vollauf bestätigt wird diese Anschauung durch die im weiteren Verlauf des Filterbetriebes auftretenden Erscheinungen. Je nach der Beschaffenheit des zu filtrirenden Wassers schneller oder langsamer, wächst die an der Oberfläche des Sandes sich ansammelnde, zugleich immer dichter werdende Schmutzdecke und damit auch der Widerstand, welchen das Wasser beim Passiren des Filters zu überwinden hat. Während Anfangs ein Druck von wenigen Centimetern zur Erreichung der normalen Leistung von 125 ^{mm} pro Stunde oder von 3 ^{m} pro 24 Stunden (= 3 ^{cbm} pro 1 ^{qm} Filterfläche) genügte, sinkt nun, bei gleichem Druck die Ergiebigkeit immer mehr, es muss daher, um das gleiche tägliche Quantum zu gewinnen, der Filtrationsdruck gesteigert werden. In Praxi bildet es nun die Aufgabe der Filterwärter, durch Handhabung der oben beschriebenen Regulirvorrichtungen und nach den speciellen Anweisungen der Betriebs-Ingenieure die Thätigkeit jedes einzelnen Filters zu überwachen und so einzurichten, dass unter allmählicher Steigerung des Filtrationsdruckes die Normalgeschwindigkeit möglichst innegehalten, keinenfalls aber überschritten wird. Eine Verschlechterung der Wasserqualität, ein etwaiger allmählicher Nachlass der Filtrationswirkung ist hierbei nicht zu befüchten. Diese durch zahlreiche, auf den Filterwerken mit Hülfe optischer Wasserprüfer ausgeführte Untersuchungen hinreichend festgestellte Thatsache, welche bekanntlich auch durch die bacteriologischen Untersuchungen bestätigt worden ist, musste früher, namentlich im Hinblick auf die bekannten gegentheiligen Erfahrungen bei der Kleinfiltration, sehr

auffallend erscheinen, steht aber im vollen Einklang mit der oben dargelegten Anschauung über die Wirkungsweise der Sandfiltration. Wenn die an der Oberfläche des Sandes sich ansammelnde Schmutzdecke in der That die eigentliche wirksame Filterschicht bildet, so muss mit dem allmählichen Dicker- und Dichterwerden dieser Schicht das Filtrationsresultat qualitativ eher besser, jedenfalls nicht schlechter werden. Wenn trotzdem bald der Moment eintritt, in welchem sich der Filtertechniker sich gezwungen sieht, den Betrieb des Filters, nach unserer bisherigen Anschauung geradezu auf dem Höhepunkte seiner qualitativen Leistungsfähigkeit, zu unterbrechen, so sind dafür Rücksichten anderer Art massgebend. Die unvermeidliche Steigerung des Filtrationsdruckes gelangt schliesslich an eine Grenze, deren Ueberschreitung zu einem Durchbruch der Wassermassen in die unteren Filterschichten und damit zu einer Zerstörung des ganzen Filters führen könnte. Es bleibt also, da eine Steigerung des Druckes nicht zulässig ist, ohne eine solche aber die Ergiebigkeit rapide sinkt, in der That nicht anderes übrig, als den Betrieb zu unterbrechen und die Schmutzschicht zu entfernen. Das Filter hat sich „todt gearbeitet", wie der technische Ausdruck lautet. Auf beiden Filterwerken gilt eine Druckdifferenz von etwa 60 cm als nicht zu überschreitende Grenze. In Tegel wird dieser Grenzwerth an den Schwimmer der Regulirkammer direct abgelesen, und jedes Filter, welches denselben erreicht, sogleich ausser Betrieb gesetzt, während für Stralau der gleiche Moment als eingetreten gilt, sobald der Reinwasserschieber zur Erzielung der normalen quantitativen Leistung eines Filters ganz geöffnet werden muss, und damit der Druckunterschied zwischen dem Reinwasserreservoir und dem Schmutzwasser des Filters in seinem vollen Betrage (etwa zwischen 40 und 75 cm schwankend, je nach der Förderung der Pumpen) auf das Filter zur Geltung kommt.

Die Reinigung eines Filters geschieht in folgender Weise: Zunächst wird durch eine besondere Entwässerungsleitung alles Wasser abgelassen. Die alsdann zum Vorschein kommende Oberfläche des Sandes zeigt sich mit einer braunschwarzen Schlammschicht bedeckt. Die Dicke derselben beträgt nur wenige Millimeter, und bei genauerer Untersuchung ergiebt sich, dass ein eigentliches Eindringen der Schmutztheile in den Filtersand nicht stattgefunden hat, da schon etwa 1 cm unterhalb der Oberfläche reiner, gelber, unveränderter Sand sich findet. Mit Hülfe breiter, flacher Schaufeln wird nun eine möglichst dünne, etwa 1 bis 2 cm betragende Schicht des oberflächlichen verunreinigten Sandes abgehoben, bis überall die Oberfläche des reinen Sandes wieder zum Vorschein kommt. Der schmutzige Sand kommt in die Sandwäsche und gelangt später wieder zur Verwendung. Das Filter ist nun von Neuem zur Benutzung bereit; es

wird wiederum von unten auf mit reinem Wasser bis zur Oberfläche des Sandes gefüllt, darauf mit Schmutzwasser bis zum Ueberlauf vollgestaut, und nach 1 bis 2tägigem Sedimentiren in der oben beschriebenen Weise allmählich in Betrieb gesetzt. Durch die einfache Entfernung der obersten Schmutzdecke hat es seine volle anfängliche Leistungsfähigkeit wiedergewonnen und verhält sich nun wieder in jeder Beziehung wie ein völlig frisches Filter. Wiederum genügen anfänglich wenige Centimeter Filterdruck zur Erzielung der normalen täglichen Leistung, wiederum muss eine allmählich immer grössere Steigerung dieses Druckes eintreten, bis endlich nach etwa derselben Zeit wie das erste Mal der zulässige Maximaldruck erreicht, und von Neuem eine Reinigung des Filters nothwendig geworden ist.

In dieser Weise kann das Filter durch eine Reihe von Filterperioden immer wieder von Neuem in Gebrauch genommen werden, bis die Sandschicht bis auf die Hälfte oder selbst bis auf ein Drittel ihrer ursprünglichen Stärke aufgebraucht ist. Etwa einmal jährlich wird jedes Filter mit frischem Sande versehen, während eine Erneuerung der tieferen (Kies- und Stein-) Schichten bei normalem Filterbetriebe angeblich niemals nothwendig werden soll.

Die Länge der einzelnen Filterperioden hängt von der grösseren oder geringeren Verunreinigung des unfiltrirten Wassers ab und ist daher im Allgemeinen im Winter grösser als im Sommer, in Tegel grösser als in Stralau.

Ein Uebersichtsbild über den Filterbetrieb beider Wasserwerke geben die nachfolgenden, auf die Zeit vom Juni bis October 1885 sich erstreckenden Tabellen, welche nach Vorstehendem ohne Weiteres verständlich sind.

In denselben ist für jeden Tag die geförderte Wassermenge, die benutzte Filterfläche, die Zahl und die Nummer der benutzten Filter angegeben, ausserdem für jedes einzelne Filter noch der Tag der Füllung (F) und der Reinigung (R). Die auf letzteren Buchstaben folgenden Zahlen zeigen an, wie viel Tage das Filter bis zur nothwendig gewordenen Reinigung in Betrieb gewesen ist (z. B. 11/R 24, d. h. Filter Nr. 11 gereinigt, nach 24tägigem Betrieb).

Station Stralau. Monat Juni 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr. (NB. Nr. 1—8 offen. Nr. 9—11 überwölbt.)											Benutzte Filterfläche qm	Stündliche Durchschnittsgeschwindigkeit mm	Maximaldruck (Niveaudifferenz zwischen Rein- und Schmutzwasser) m	
1	48425	8	1	2		4			7	8	9	10	11	27113	74	0·74	In der Zeit v. 1. bis 8. Juni wurde Filter Nr. 3 m. neuem reinen Sande versehen.
2	55157	8	1	2		4	F		7	8	9	10	11	27113	85	0·87	
3	57048	9	1	2		4	5	F	7	8	9/R12	10/R9	11	31623	74	0·71	
4	59511	8	1	2		4	5	6	7	8/R8	F	F	11/R9	28372	88	0·74	
5	65150	8	1	2		4	5	6	7/R8		9	10	F	26913	101	0·79	
6	71817	8	1	2		4/R7	5	6			9	10	11	25533	117	0·99	
7	48705	7	1	2/R7			5/R5	6	F	F	9	10	11	22485	90	0·79	
8	69886	7	1	F		F		6/R5	7	8	9	10	11	24549	118	0·97	
9	71141	8	1	2		4	F		7	8	9/R5	10	11	27113	109	1·04	
10	65388	9	1	2	3	4	5	F	7	8		10/R6	11/R5	30888	88	0·59	
11	63641	8	1	2	3	4	5	6	7/R4	8/R4	F	F		28290	90	0·59	
12	63199	8	1/R14	2	3	4	5	6		F	9	10	F	25451	103	0·59	
13	69450	8		2		4	5	6		8	9	10	11	26814	108	0·79	
14	51761	8	F	2/R6		4/R6	5	6	F	8	9	10	11	26814	81	0·49	
15	73712	8	1	F		F	5/R6	6/R5	7	8	9	10	11	28276	108	0·67	
16	82272	9	1	2	3	4	F	F	7	8	9/R5	10/R5	11	30165	110	0·84	
17	60418	8	1	2		4	5	6	7	8	F		11/R5	28362	89	0·59	
18	53913	8	1	2		4	5	6	7	8/R6	9	F		28232	79	0·44	
19	58841	8	1	2		4	5	6	7/R5		9	10	F	26913	91	0·46	
20	61626	8	1	2/R5		4	5	6		F	9	10	11	25533	101	0·54	
21	39175	8	1			4	5	6	F	8	9/R4	10	11	26814	61	0·27	
22	49037	8	1	F		4/R7	5	6	7	8		10	11	28324	72	0·34	
23	57215	8	1	2			5/R7	6	7	8		10	11	28324	84	0·49	In der Zeit v. 23. Juni bis 2. Juli wurde Filter Nr. 9 mit neuem reinen Sande versehen.
24	62204	8	1	2	3	F		6/R8	7	8		10	11	27645	94	0·64	
25	67330	8	1	2	3	4	F	F	7	8		10/R7	11/R6	27161	103	0·91	
26	70197	8	1	2	3	4	5	6	7	8/R6		F		28290	103	0·74	
27	70725	8	1/R13	2	3	4	5	6	7/R6	F		10	F	26961	109	0·64	
28	53984	8	F	2/R6	3	4	5	6	F	8		10	11	26852	84	0·67	
29	65371	8	1	F	F	4/R5	5/R4	6	7	8		10	11	28304	96	0·82	
30	61162	8	1	2	3			6	7	8		10	11	27645	92	0·72	
	1,847461																

Station Stralau. Monat Juli 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr. (NB. Nr. 1—8 offen. Nr. 9—11 überwölbt.)												Benutzte Filterfläche qm	Stündliche Durchschnittsgeschwindigkeit mm	Maximaldruck (Niveaudifferenz zwischen Rein- und Schmutzwasser) m	
1	65252	8	1	2	3	4	5		7	8/R4		F	11/R4		27888	97	0·79	
2	63160	8	1/R4	2/R3	3/R3	4	5	6	7/R4	F		10	F		26961	98	0·79	
3	63450	6	F	F		4R/3	5/R3	6	F	8	F	10	11		20766	127	0·94	
4	65452	8	1	2		F		6/R3	7	8	9	10/R3	11		27597	99	0·74	
5	45859	8	1	2	3	4	F	F	7	8/R3	9		11/R3		27161	70	0·59	
6	55613	8	1/R3	2	3	4	5	6	7		9		F		26961	86	0·41	In der Zeit v.
7	66415	8		2	3	4	5	6	7/R4	F	9		11		27043	102	0·59	6. bis 12. Juli
8	66033	8	F	2/R5	3/R4	4	5	6		8	9		11		26862	102	0·54	wurde Filter
9	69312	8	1	F	F	4/R5	5/R4	6	7	8	9/R6		11		28324	102	0·59	Nr. 10 mit
10	70340	7	1	2	3	F		6/R5	7	8	F		11/R4		24645	119	0·79	neuem reinen
11	76298	7	1/R3	2	3	4	F	F	7	8/R4	9				24031	129	1·04	Sande
12	51705	7		2/R3	3	4	5	6	7/R4	F	9		F		23913	90	0·49	versehen.
13	60600	7	F	F	3/R4	4/R3	5	6	F	8	9/R3	F	11		23814	106	0·59	
14	64295	8	1	2	F	F	5/R3	6	7	8/R2	F	10	11/R2		28324	94	0·46	
15	57393	8	1/R2	2	3	4	F	6/R4	7		9	10	F		26234	91	0·52	
16	63654	8		2/R3	3	4	5	F	7/R3	F	9	10	11		26511	100	0·71	In der Zeit v.
17	61040	8			3	4/R3	5	6	F	8	9/R3	10	11		26814	94	0·53	17. bis 21. Juli
18	66700	7		F	3	F	5/R3	6	7	8	F	10/R5	11		25276	110	0·74	wurde Filter
19	51153	8		2	3	4	F	6/R3	7	8	9	F	11/R4		27645	77	0·54	Nr.1 m. neuem
20	64627	8		2	3	4	5	F	7/R3	8/R4	9	10	F		27710	97	0·57	reinen Sande
21	58439	8		2/R3	3/R7	4/R3	5	6	F	F	9	10	11		25533	95	0·44	versehen.
22	62776	7	F	F	F	F	5/R3	6	7	8	9/R4	10	11		25228	104	0·74	
23	57995	9	1	2	3	4	F	6/R3	7	8	F	10/R4	11		30693	78	0·64	
24	60194	9	1	2	3	4	5	F	7	8/R3	9	F	11/R4		30878	81	0·59	
25	57571	9	1	2	3	4	5	6	7/R4		9	10			29961	80	0·46	
26	40441	8	1/R4	2/R4	3	4	5	6		F	9	10	F		25451	66	0·29	
27	56668	8	F		3/R5	4/R5	5	6	F	8	9	10	11		26814	88	0·44	
28	48836	8	1	F	F	F	5/R5	6	7	8	9/R5	10	11		28276	72	0·44	
29	59155	9	1	2	3	4	F	6/R5	7	8	F	10/R5	11		30693	80	0·69	
30	60348	9	1/R3	2	3	4	5	F	7	8/R4	9	F	11/R4		30888	81	0·69	
31	55344	8		2	3	4	5	6	7/R4	F	9	10			26913	86	0·36	
	1,866118																	

Station Stralau. Monat August 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr. (NB. Nr. 1—8 offen. Nr. 9—11 überwölbt.)											Benutzte Filterfläche qm	Stündliche Durchschnittsgeschwindigkeit mm	Maximaldruck (Niveaudifferenz zwischen Rein- und Schmutzwasser) m	
1	56398	9		2/R4	3	4	5	6	F	8	9	10	11	29862	78	0·42	
2	39380	9	F		3/R5	4/R5	5	6	7	8	9	10	11	31324	52	0·42	
3	54602	8	1	F	F	F	5/R5	6/R4	7	8	9	10	11	28276	81	0·43	
4	60415	9	1	2	3	4	F		7	8	9/R6	10/R5	11	30161	83	0·74	
5	61903	8	1	2	3	4	5	F	7/R4	8	F		11/R5	27888	93	0·74	
6	63798	8	1	2	3	4	5	6		8/R6	9	F	F	26780	99	0·73	
7	58799	9	1/R5	2/R4	3/R4	4	5	6	F	F	9	10	11	28581	86	0·54	
8	56484	8	F			4/R5	5	6	7	8	9	10	11	28276	83	0·83	
9	38382	8	1	F			5/R5	6	7	8	9	10	11	28276	56	0·39	
10	48327	8	1	2	F			6/R5	7	8	9	10	11	27597	73	0·44	
11	53334	8	1	2	3	F			7	8	9	10	11	27113	82	0·69	
12	54259	9	1	2	3	4	F	F	7	8	9	10/R6	11/R6	30161	74	0·69	
13	56549	9	1	2	3	4	5	6	7	8/R6	9			31290	75	0·56	
14	52089	8	1	2	3	4	5	6	7/R7		9		F	26961	81	0·44	
15	55931	8	1/R7	2	3	4	5	6			9	F	11	25581	91	0·54	
16	59958	8		2	3	4	5/R4	6	F	F	9	10	11	25533	82	0·49	
17	42301	9	F	2	3/R7	4		6	7	8	9	10	11	30645	57	0·29	
18	45076	9	1	2		4/R7		6	7	8	9	10	11	30645	61	0·29	
19	44738	8	1	2	F			6/R7	7	8	9/R14	10	11	24549	72	0·44	
20	43452	7	1	2	3	F			7	8		10	11	24113	75	0·49	
21	43383	8	1	2	3	4		F	7	8		10/R6	11	27161	66	0·39	In der Zeit vom 18. bis 31. August wurde Filter Nr. 5 mit neuem reinen Sande versehen.
22	44737	8	1	2	3	4		6	7	8	F		11/R8	27693	67	0·39	
23	48205	8	1	2	3	4		6	7	8/R7	9	F		27563	73	0·39	
24	38089	8	1	2	3	4		6	7/R8		9	10	F	26234	60	0·34	
25	41810	8	1/R8	2	3	4		6		F	9	10	11	24754	70	0·49	
26	43396	8	F	2/R17	3	4		6		8	9	10	11	26135	69	0·41	
27	43938	8	1		3/R8	4		6	F	8	9	10	11	26135	70	0·39	
28	44272	8	1	F		4/R8		6	7	8	9	10	11	27597	66	0·49	
29	48782	8	1	2	F			6/R8	7	8	9	10	11	27597	74	0·59	
30	35239	8	1/R4	2	3	F			7	8	9	10	11	27113	54	0·64	
31	46643	8		2	3	4			7	8	9	10	11	27113	64	0·59	
	1,514669																

Station Stralau. Monat September 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr. (NB. Nr. 1—8 offen. Nr. 9—11 überwölbt.)											Benutzte Filterfläche qm	Stündliche Durchschnittsgeschwindigkeit mm	Maximaldruck (Niveaudifferenz zwischen Rein- und Schmutzwasser) m	
1	40430	8	F	2	3	4			7	8	9/R10	10	11	27113	62	0·52	
2	39898	8	1	2	3	4			7	8		10	11	27161	61	0·39	
3	42374	8	1	2	3	4	F		7	8		10/R11	11	27161	65	0·44	
4	39475	8	1	2	3	4	5		7	8			11	27888	59	0·39	
5	42586	8	1	2	3	4	5		7	8			11	27888	64	0·42	In der Zeit
6	29990	8	1	2	3	4	5		7	8			11	27888	45	0·39	vom 1. bis
7	34256	8	1	2	3	4	5		7	8/R13	F	F	11/R14	27888	51	0·41	16. September
8	38016	8	1	2	3	4	5		7/R12		9	10	F	26429	60	0·39	wurde Filter
9	36594	8	1	2	3	4	5				9	10	11	25049	61	0·42	Nr. 6 mit
10	36779	8	1/R9	2	3	4	5			F	9	10	11	25049	62	0·44	neuem reinen
11	36065	8		2	3	4	5			8	9	10	11	26330	57	0·38	Sande
12	37512	8		2	3	4	5			8	9	10	11	26330	59	0·47	versehen.
13	25951	8		2	3	4	5			8	9	10	11	26330	41	0·39	
14	36553	8		2/R17	3	4	5		F	8	9	10	11	26330	59	0·47	
15	39619	8			3	4	5		7	8	9	10	11	27792	60	0·74	
16	41992	8		F	3/R18	4	5		7	8	9	10	11	27792	63	0·64	
17	41885	8		2		4	5		7	8	9	10	11	27792	63	0·59	
18	41796	8		2		4	5	F	7	8	9	10	11	27792	62	0·59	
19	39005	9		2		4	5	6	7	8	9	10	11	31324	52	0·59	
20	26110	9		2		4	5	6	7	8	9	10	11	31324	35	0·37	
21	35995	9		2	F	4	5	6	7	8	9	10	11	31324	48	0·44	
22	37777	10		2	3	4/R23	5	6	7	8	9	10	11	34372	45	0·47	
23	39518	9		2	3		5/R20	6	7	8	9	10	11	31324	52	0·59	In der Zeit
24	32615	8		2	3	F		6	7	8	9	10	11	27597	49	0·44	vom 16. Sept.
25	33685	9		2	3	4		6	7	8	9	10	11	30645	46	0·61	bis 8. October
26	38540	9		2	3	4	F	6	7	8	9/R19	10	11	30645	52	0·66	wurde Filter
27	25718	9		2	3	4	5	6	7	8		10/R20	11	31372	34	0·44	Nr. 1 mit
28	33168	9		2	3	4	5	6	7	8	9		11	31372	44	0·49	neuem reinen
29	34274	9		2	3	4	5	6	7	8	9	F	11/R21	31372	45	0·47	Sande
30	31722	9		2	3	4	5	6	7	8	9	10		31242	42	0·41	versehen.
	1,089098																

Station Stralau. Monat October 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr. (NB. Nr. 1—8 offen. Nr. 9—11 überwölbt.)											Benutzte Filterfläche qm	Stündliche Durchschnittsgeschwindigkeit mm	Maximaldruck (Niveaudifferenz zwischen Rein- und Schmutzwasser) m	
1	31628	9		2	3	4	5	6	7	8/R21	9	10		31242	42	0·43	
2	28166	8		2	3	4	5	6	7		9	10	F	26913	44	0·49	
3	34059	9		2	3	4	5	6	7		9	10	11	30043	47	0·49	
4	19773	9		2	3	4	5	6	7/R20	F	9	10	11	30043	27	0·33	
5	29323	9		2	3	4	5	6		8	9	10	11	29862	41	0·37	
6	28173	9		2	3/R15	4	5	6	F	8	9	10	11	29862	39	0·41	
7	29421	9		2		4	5	6	7	8	9	10	11	31324	39	0·44	
8	28695	9		2/R22	F	4	5	6	7	8	9	10/R9	11	31324	38	0·44	
9	29153	8			3	4	5	6	7	8	9		11	28334	43	0·44	
10	31142	8			3	4	5	6	7	8	9		11	28334	46	0·39	
11	18769	8			3	4	5	6	7	8	9		11	28334	27	0·21	
12	26131	8	F		3	4	5	6	7	8	9		11	28334	38	0·34	
13	27950	9	1	F	3	4	5/R17	6	7	8	9		11	31382	37	0·35	
14	26887	9	1	2	3	4		6	7	8	9		11	30693	36	0·33	
15	27420	9	1	2	3	4		6	7	8	9		11	30693	37	0·39	
16	24779	9	1	2	3	4		6	7	8/R12	9		11	30693	34	0·34	
17	29711	8	1	2	3	4		6	7		9		11	26364	47	0·54	
18	15373	8	1	2	3	4		6	7		9		11	26364	24	0·44	
19	22956	8	1	2	3	4	F	6	7		9		11	26364	36	0·35	
20	26276	9	1	2	3	4	5	6	7/R14		9		11	30091	36	0·32	
21	26372	8	1	2	3	4	5	6		F	9		11	25581	43	0·46	
22	22303	9	1	2	3	4	5	6		8	9		11	29910	31	0·33	
23	23161	9	1	2	3	4	5	6		8	9		11	29910	32	0·36	
24	27545	9	1	2	3	4	5	6		8	9		11	29910	38	0·50	
25	13391	9	1	2	3	4	5	6		8	9		11	29910	18	0·21	
26	19493	8	1	2	3	4	5	6	F	8	9		11	26862	32	0·34	
27	21748	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	31372	29	0·37	
28	21590	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	31372	28	0·28	
29	20398	9	1	2	3/R21	4	5	6	7	8	9	F	11	31372	27	0·33	
30	21220	9	1	2		4	5	6	7	8	9/R33	10	11	31324	28	0·31	
31	23874	9	1	2		4	5	6	7	8		10	11	31372	29	0·39	
	775880																

In der Zeit vom 9. bis 22. October wurde Filter Nr. 10 mit neuem reinen Sande versehen.

Station Tegel. Monat Juni 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr.										Benutzte Filterfläche qm	
1	42780	7	1/R31	2	3	F	5	6	7			10	15500	
2	42591	7		2	3	4	5	6	7	F		10	15500	
3	42688	8		2	3	4	5	6	7	8		10	16500	
4	42838	8		2	3	4	5	6	7	8		10/R29	16500	
5	42611	8	F	2	3/R33	4	5	6	7	8	9		16250	
6	42646	8	1	2		4	5	6	7	8	9		16250	
7	43035	8	1	2		4	5	6/R31	7	8	9		16500	
8	43196	7	1	2	F	4	5		7	8	9		15500	
9	43409	8	1	2/R31	3	4	5		7	8	9		15500	
10	42727	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
11	43073	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
12	42615	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
13	42644	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
14	43549	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
15	36100	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	Betrieb ruht 21 Stunden, behufs Herstellung einiger Verbindungen am Druckrohr.
16	13339	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
17	46658	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
18	44253	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
19	43169	7	1		3	4	5		7	8	9		15500	
20	44124	7	1	F	3	4	5		7	8	9		15500	
21	43825	8	1	2	3	4	5	F	7	8	9		16750	
22	42943	9	1	2	3	4	5	6	7/R34	8	9		18000	
23	44192	8	1	2	3	4	5/R37	6		8	9	F	17000	
24	43623	7	1	2	3	4		6		8	9	F	16000	
25	43518	8	1	2	3	4		6		8	9/R20	10	16000	
26	43168	8	1	2	3	4/R24		6	7	8		10	15750	
27	43003	7	1	2	3		F	6	7	8		10	15500	
28	43058	8	1	2	3	F	5	6	7	8		10	16500	
29	34064	8	1/R23	2	3	F	5	6	7	8		10	16250	
30	41810	8		2	3	4	5	6	7	8/R27		10	15250	
	1,251249												477500	

Im Durchschnitt lieferte 1 qm Filterfläche pro 24 Stunden 2·610 cbm Wasser; daher mittlere Filtrirgeschwindigkeit pro Stunde 109 mm.

Station Tegel. Monat Juli 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr.										Benutzte Filterfläche qm
1	43261	7		2	3	4	5	6	7			10	15500
2	42695	7	F	2	3	4	5	6	7			10	15500
3	42992	8	1	2	3/R24	4	5	6	7			10	16750
4	43661	7	1	2		4	5	6	7		F	10	15500
5	43210	8	1	2/R24		4	5	6	7		9	10	15250
6	42876	7	1			4	5	6	7		9	10	15000
7	42259	7	1			4	5	6	7		9	10	15000
8	42921	7	1			4	5	6	7	F	9	10	15000
9	42927	8	1	F	F	4	5	6/R17	7	8	9	10	15000
10	44052	8	1	F	3	4	5		7/R14	8	9	10	15250
11	44495	8	1	2	3	4	5			8	9	10	18000
12	43865	8	1	2	3	4	5	F		8	9	10/R17	17000
13	44031	8	1	2	3	4/R13	5	6	F	8	9		15250
14	43316	8	1	2	3		5/R16	6	7	8	9		15500
15	42743	7	1	2	3			6	7	8	9	F	15500
16	43717	8	1/R13	2	3			6	7	8	9	10	15250
17	43164	7		2	3	F		6	7	8	9	10	15000
18	43426	7		2	3	F		6	7	8	9	10	15000
19	43205	7		2	3	F		6	7	8	9	10	15000
20	43635	8		2	3	4		6	7	8	9/R15	10	15250
21	43672	7	F	2	3	4		6	7	8		10	15500
22	43264	8	1	2/R11	3	4	F	6	7	8		10	15500
23	42685	8	1		3	4	5	6	7	8/R14	F	10	15500
24	42796	7	1	F	3	4	5	6	7		F	10	15500
25	43002	8	1	F	3	4	5	6	7		9	10	17500
26	42338	9	1	2	3/R16	4	5	6	7		9	10	18750
27	43452	8	1	2		4	5	6/R14	7	F	9	10	16500
28	49777	7	1	2		4	5		7	F	9	10	15500
29	43390	8	1	2	F	4	5		7/R15	8	9	10	16500
30	39791	8	1	2	3	4	5	F		8	9	10/R14	15250
31	42324	7	1	2	3	4	5	F		8	9		16000
	1,342942												488500

Es lieferte im Durchschnitt pro 24 Stunden 1 qm Filterfläche 2·749 cbm Wasser; also mittlere Filtrirgeschwindigkeit pro Stunde 115 mm.

Station Tegel. Monat August 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr.													Benutzte Filterfläche qm	
1	41603	7	1	2	3	4	5	F		8	9		11	12	13	16000	
2	42247	8	1	2	3	4/R13	5	6		8	9			12	13	15750	
3	42494	7	1	2	3		5	6	F	8	9					15500	
4	41964	8	1/R13	2	3		5	6	7	8	9					15250	
5	41557	7		2	3	F	5	6	7	8	9					15000	
6	42227	8		2	3	4	5	6	7	8	9					16250	
7	43223	8	F	2/R12	3	4	5	6	7	8	9					16250	Seit Ende Juli
8	42060	8	1		3	4	5	6	7	8	9	F				16250	und während
9	42914	9	1		3	4	5	6	7	8	9/R15	10				17500	des Monats
10	44161	8	1	F	3	4	5/R18	6	7	8		10	11	12		16500	August wurde
11	45559	8	1	2	3	4		6	7	8/R13	F	10	11	12		15250	d. allmähliche
12	45371	8	1	2	3/R13	4	F	6	7		9	10		12		15250	Anschluss der
13	44196	8	1	2		4	5	6/R11	7		9	10		12		15500	drei neuen
14	44248	7	1	2		4	5		7		9	10		12		15500	Filter Nr. 11,
15	43834	7	1	2		4	5		7	F	9	10	11	12	13	15500	12 und 13 be-
16	39544	7	1	2		4	5		7	F	9	10				15500	wirkt; dieselben sind jedoch
17	43376	8	1	2	F	4/R11	5		7	8	9	10	11		13	16250	
18	44656	8	1	2	3		5	F	7 R14	8	9	10	11		13	15250	b. Berechnung
19	43825	7	1	2	3		5	F		8	9	10	11		13	15500	der Wasser-
20	43687	8	1/R12	2	3		5	6		8	9	10	11	12	13	15250	mengen und
21	43710	7		2	3	F	5	6		8	9	10	11	12		15000	der Filter-
22	44563	7		2	3	F	5	6		8	9	10	11	12		15000	flächen erst
23	45085	8		2/R12	3	4	5	6	F	8	9	10				15000	vom 1. Septbr.
24	44977	7			3	4	5	6	F	8	9	10	11/R17	12	13	15000	mit in Be-
25	44538	8	F		3	4	5	6	7	8	9	10,R16	F	12	13	15000	tracht gezogen
26	44839	8	1		3	4	5	6	7	8	9/R14		F	12	13	15250	worden.
27	44649	7	1		3	4	5	6	7	8			11		13	15500	
28	44625	7	1		3	4	5	6	7	8			11	12/R18	13	15500	
29	44001	7	1	F	3	4	5	6	7	8			11		13	15500	
30	45115	7	1	F	3	4	5	6	7	8			11	F	13	15500	
31	45660	7	1	F	3	4	5	6	7	8			11	12	13	15500	
	1,354508															482750	

Es lieferte im Durchschnitt 1 qm Filterfläche pro 24 Stunden 2·806 cbm Wasser; daher mittlere Filtrirgeschwindigkeit pro Stunde 117 mm.

Station Tegel. Monat September 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr.													Benutzte Filterfläche qm	
1	57511	11	1	2	3	4	5/R19	6	7	8			11	12	13	21950	
2	56047	10	1	2	3	4		6	7	8			11	12	13	23400	
3	56908	10	1	2	3	4		6	7	8			11	12	13	23400	
4	56218	10	1	2	3	4	F	6	7	8/R18			11	12	13	22400	
5	56802	10	1	2	3	4	5	6	7				11	12	13	22400	
6	56478	10	1	2	3	4	5	6	7		F		11	12	13	23400	
7	56521	10	1	2	3	4	5	6	7		F		11	12	13/R24	22300	
8	54898	10	1	2	3	4	5	6/R19	7		9	F	11	12		20800	
9	56421	9	1	2	3	4	5		7		9	F	11	12		20800	
10	56309	10	1	2	3/R23	4	5		7	F	9	10	11	12	F	21550	
11	53129	11	1	2		4/R19	5		7	8	9	10	11	12	13	23650	
12	54751	10	1	2			5		7	8	9	10	11	12	13	22400	
13	56860	10	1	2	F		5		7	8	9	10	11	12	13	22400	
14	56902	11	1	2	3		5	F	7	8	9	10	11/R16	12	13	22450	In der Zeit v. 15.—22. Sept. hat Filter Nr. 4 zum ersten Male seit Inbetriebstellung (Novbr. 1883) neuen, reinen Sand erhalten, und zwar in 210 mm Stärke.
15	57078	11	1/R20	2	3		5	6	7	8	9	10		12	13	22250	
16	56490	10		2	3		5	6	7/R22	8	9	10		12	13	21000	
17	55896	9	F	2	3		5	6		8	9	10	F	12	13	20000	
18	56689	10	F	2	3		5	6		8	9	10	11	12	13	22400	
19	56903	10	F	2	3		5	6		8	9	10	11	12	13	22400	
20	56338	11	1	2	3		5	6		8	9	10	11	12	13	23650	
21	56507	11	1	2	3		5	6		8	9	10	11	12	13	24900	
22	55943	11	1	2	3		5	6		8	9	10	11	12/R22	13	23700	
23	56376	10	1	2/R22	3		5	6		8	9	10	11		13	21250	
24	55647	9	1		3		5	6		8	9	10	11		13	20000	
25	57371	9	1		3	F	5	6		8	9	10	11	F	13	20000	
26	57667	10	1		3	F	5	6		8	9	10	11	12	13	21200	
27	56422	10	1		3	F	5	6		8	9	10	11	12	13	22400	
28	56537	10	1		3	F	5	6		8	9	10	11	12	13	22400	
29	56851	11	1	F	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13	23650	
30	56384	11	1	F	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13	24900	
	1,690854															669400	

Im Durchschnitt lieferte 1 qm Filterfläche pro 24 Stunden 2·526 cbm Wasser; daher mittlere Filtrirgeschwindigkeit pro Stunde 105 mm.

Station Tegel. Monat October 1885.

Datum	Geförderte Wassermenge cbm	Zahl der benutzten Filter	In Benutzung waren Filter Nr.													Benutzte Filterfläche qm	
1	56485	11	1	F	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13/R20	23600	
2	56650	10	1	F	3	4	5	6		8	9/R24	10	11	12		21300	
3	56713	9	1	F	3	4	5	6		8		10	11	12		20300	
4	56656	10	1	2	3	4	5	6		8		10	11	12	F	21550	
5	56367	10	1	2	3	4	5/R30	6	F	8		10	11	12	F	21800	
6	56573	11	1	2	3	4		6	7	8		10/R26	11	12	13	22100	
7	56660	10	1	2	3	4		6	7	8	F		11	12	13	23400	
8	56149	11	1	2	3	4		6	7	8/R27	9		11	12	13	23400	
9	56781	10	1	2	3	4	F	6	7		9		11	12	13	23400	
10	57188	11	1	2	3	4	5	6	7		9		11	12	13	24400	
11	57109	11	1	2	3	4	5	6	7		9		11/R23	12	13	24200	
12	57548	10	1	2	3/R28	4	5	6	7		9			12	13	21750	
13	56737	9	1	2		4	5	6	7	F	9			12	13	20500	
14	56316	9	1	2		4	5	6	7	F	9			12	13	20500	
15	56027	9	1	2		4	5	6	7	F	9		F	12	13	20500	In der Zeit vom 15. bis 26. October hat Filter Nr. 3 zum ersten Male seit Inbetriebstellung (Novbr. 1883) neuen reinen Sand erhalten und zwar in 285 mm Stärke.
16	55532	11	1	2		4	5	6	7	8	9	F	11	12	13	24900	
17	56400	11	1	2		4	5	6	7	8	9	F	11	12	13	24900	
18	56119	11	1	2		4	5	6/R33	7	8	9	F	11	12	13	23900	
19	55327	10	1	2		4	5		7	8	9	F	11	12	13	22900	
20	55912	11	1	2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	23900	
21	55351	11	1	2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	24900	
22	53560	11	1	2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	24900	
23	55578	11	1	2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	24900	
24	55104	11	1	2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	24900	
25	54947	11	1/R35	2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	23650	
26	54263	10		2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	22400	
27	56547	10		2		4	5		7	8	9	10	11	12	13	22400	
28	54545	10		2	F	4	5		7	8	9	10	11	12	13	22400	
29	55485	10		2	F	4	5		7	8	9	10	11	12/R33	13	21200	
30	54964	10		2	3	4	5		7	8	9	10	11		13	21250	
31	55516	10		2	3	4	5		7	8	9	10	11		13	22500	
	1,735109															708600	

Es lieferte im Durchschnitt pro 24 Stunden 1 qm Filterfläche 2·449 cbm Wasser; daher mittlere Filtrirgeschwindigkeit pro Stunde 102 mm.

B. Untersuchungsplan und Methoden der Untersuchung.

Für die Entnahme der Wasserproben wurde dasselbe Programm innegehalten, welches bei der Uebernahme der Untersuchung seitens des Kaiserlichen Gesundheits-Amtes durch das Mitglied dieser Behörde, Hrn. Regierungsrath Dr. Wolffhügel, mit dem Director der städtischen Wasserwerke, Hrn. Gill, vereinbart worden ist. Diesem Uebereinkommen zu Folge wurde die Entnahme der zu untersuchenden Wasserproben durch Beamte der städtischen Wasserwerke nach einer hierfür im Juni 1885 im Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheits-Amtes erhaltenen Instruction ausgeführt und hat bis jetzt ohne Unterbrechung stattgefunden. Alle acht Tage, und zwar an jedem Dienstag Morgen, erfolgte der oben erwähnten Vereinbarung gemäss die Entnahme von 10 Wasserproben an folgenden Stellen:

a. aus den Wasserwerken:

1. Stralauer Werk an der Schöpfstelle,
2. Stralauer Werk nach der Filtration, im Reinwasserbehälter,
3. Tegeler Werk an der Schöpfstelle,
4. Tegeler Werk nach der Filtration, im Reinwasserbehälter,
5. Charlottenburger Sammelbehälter, aus einem der drei Reservoirs;

b. aus der Stadt:

6. *W.*, Wilhelmstrasse Nr. 75 (Küche des Kastellans im Auswärtigen Amt),
7. *SW.*, Friedrichstrasse Nr. 41/42 (Friedrich-Wilhelms-Gymnasium),
8. *SO.*, Schmidstrasse Nr. 16 (Gemeindeschule),
9. *N.*, Friedrichstrasse Nr. 126 (Friedrichs-Gymnasium),
10. *C.*, Weinmeisterstrasse Nr. 15 (Sophien-Gymnasium).

Die Untersuchung erstreckte sich:

1. auf eine **Vorprüfung,** bei welcher die Klarheit, Farbe, der Geschmack und der Geruch berücksichtigt wurden. Die Temperatur des Wassers wurde von den die Entnahme vollziehenden Beamten unmittelbar nach der Entnahme festgestellt;

2. auf die **chemische Zusammensetzung,** wobei quantitativ stets der Rückstand, der Glühverlust, das Chlor, der Kalk und die zur Oxydation der im Wasser befindlichen oxydirbaren Stoffe erforderliche Chamaeleonmenge (Oxydirbarkeit) ermittelt worden sind. Wo die qualitative Analyse des Wassers, welche sich auf die Sulfate, das Eisen, den Schwefelwasserstoff, die Nitrate, Nitrite und

das Ammoniak erstreckte, es für angezeigt erscheinen liess, sollte auch eine quantitative Bestimmung dieser letzteren Bestandtheile erfolgen;

3. auf die **bacteriologische Untersuchung** des Wassers.

Um die im Laboratorium des hygienischen Institutes erlangten Untersuchungsergebnisse mit den im Kaiserlichen Gesundheitsamte erzielten in Vergleich stellen zu können, wurden zur Ermittelung, bezw. Bestimmung der **ad 1. und 2. genannten Eigenschaften und Bestandtheile** des Wassers im Grossen und Ganzen **die nämlichen Untersuchungsverfahren** angewandt, welche im Laboratorium der genannten Behörde bei Prüfung des städtischen Leitungswassers zur Ausführung gelangten. Es sei gleich an dieser Stelle erwähnt, dass ausser den quantitativen Bestimmungen des Ammoniaks diejenigen der anderen Bestandtheile, auf welche bei der qualitativen Prüfung Bedacht genommen wurde, in keinem Falle nothwendig wurden.

Die Prüfung der Farbe und der Klarheit des Wassers geschah in 30 cm hohen Cylindern von weissem Glase und flachem Boden; diejenige auf Geschmack und Geruch auch nach dem Erwärmen des Wassers auf ca. 40° C.

1. Zur Bestimmung des Rückstandes wurden 200 ccm Wasser auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft, 5 Stunden lang zwischen 110 bis 115° getrocknet und dann gewogen.

2. Der Glühverlust wurde durch Glühen des Rückstandes, darauf folgendes Befeuchten mit Ammoniumcarbonat, Trocknen und nochmaliges schwaches Glühen ermittelt.

3. Die Chlorbestimmung geschah in 200 ccm Wasser mit $^1/_{10}$ Normal-Silberlösung und neutralem Kaliumchromat als Indicator. Wie Controlversuche darthaten, ist es bei der Beschaffenheit des städtischen Leitungswassers behufs Titriren des Chlors nicht nothwendig, das Wasser zur Trockne einzudampfen, den Rückstand mit destillirtem Wasser auszulaugen (ev. zu filtriren) und dann zu titriren; die Titration des Wassers direct ergab übereinstimmende Resultate mit derjenigen, welche nach dem Eindampfen des Wassers und der Wiederaufnahme des Rückstandes mit destillirtem Wasser vorgenommen worden war. Ueber diese Controlversuche soll in einer anderen Arbeit, welche die bei der chemischen Untersuchung des Wassers angewandten Methoden zum Thema hat, ausführlich berichtet werden.

4. Zur Kalkbestimmung diente das von Mohr angegebene Verfahren. 100 ccm Wasser wurden mit 25 ccm $^1/_{10}$-Normal-Oxalsäure (= 70 grm Kalk) bis zum Sieden erhitzt, und dann mit etwas Ammoniak versetzt;

das Ganze wurde nach dem Erkalten auf 300 ccm verdünnt, 200 ccm davon filtrirt und im Filtrat mittelst einer auf die Oxalsäure eingestellten Chamaeleonlösung (ca. 39 $KMnO_4$ i. l. enthaltend) die nicht durch den Kalkgehalt des Wassers gebundene Oxalsäure titrimetrisch ermittelt. Aus letzterer lässt sich dann der Kalkgehalt des Wassers berechnen.

5. Zur Fessstellung der Oxydirbarkeit wurde das Verfahren von Kubel in folgender Form angewandt: 100 ccm Wasser wurden mit 5 ccm Schwefelsäure (1:3) und in allen Fällen mit 10 ccm Chamaeleonlösung (0·39 $KMnO_4$ i. l.), welche auf $^1/_{100}$ Normal-Oxalsäure eingestellt war, versetzt und gekocht. Das Erwärmen incl. Kochen wurde stets genau gleich lange Zeit — 10 Minuten — auf dem Drahtnetz fortgesetzt. Damit auch die Zeit vom Beginne des Erwärmens bis zum Eintreten des Siedens bei allen Proben möglichst die nämliche sei, wurden thunlichst gleichmässig dicke Kochkölbchen — bezw. bei den einzelnen Proben die nämlichen Kolben — von gleichem Rauminhalt gewählt. Unmittelbar nach dem Kochen geschah der Zusatz von 10 ccm der $^1/_{100}$ Normal-Oxalsäure, worauf die Flüssigkeit sofort bis zum Eintritt der ersten Röthung mit der Chamaeleonlösung titrirt wurde. Die Einstellung der Chamaeleonlösung auf die $^1/_{100}$ Normal-Oxalsäure nahmen wir unter den nämlichen Bedingungen vor, wie die Oxydirbarkeitsbestimmung selbst. (100 ccm destillirtes Wasser mit 5 ccm Schwefelsäure und 10 ccm Chamaeleon 10 Minuten lang erhitzt, mit 10 ccm Oxalsäure entfärbt und mit Chamaeleon zurücktitrirt.)

Die Prüfung auf Sulfate, Eisen, Schwefelwasserstoff gelangte nach den gebräuchlichen Methoden zur Ausführung. Zum Nachweis der Nitrate fand die Diphenylaminreaction in Verbindung mit der Brucinreaction Anwendung. Bei der Empfindlichkeit beider Reactionen[1] konnte man das Wasser behufs seiner hygienischen Beurtheilung ohne vorherige Concentration für diese Prüfung verwenden. Eine kleine Messerspitze von Diphenylamin oder Brucin wurde in einer kleinen Porzellanschale in ca. 1 ccm concentrirter Schwefelsäure gelöst und mit soviel Tropfen des Wassers, als die schwefelsaure Lösung, ohne zersetzt zu werden, es zuliess, in der Weise versetzt, dass das Wasser vom Rande der Schale her dem Reagens zufloss. — Zum Nachweis der salpetrigen Säure diente die Metaphenylendiamin-Reaction[2] und zur Controle mitunter die Jodzinkstärke-Reaction. — Die Prüfung auf Ammoniak, bezw. die Bestimmung desselben geschah nach der Methode von Frankland-Arm-

[1] A. Wagner, *Zeitschrift für analyt. Chemie.* 1881. S. 329. Vgl. auch Reichardt, ebenda Bd. IX. 215.

[2] Preusse und Tiemann, *Ber. chem. Ges.* 1878. S. 687.

strong unter Anwendung der von Sell[1] beschriebenen colorimetrischen Cylinder.

Die **bacteriologische Untersuchung** wurde in derselben Weise wie die früheren Untersuchungen im Kaiserlichen Gesundheits-Amte nach der jetzt wohl allgemein üblichen, zuerst von Koch angegebenen Methode ausgeführt. Unmittelbar nach dem Eintreffen der Wasserproben im Laboratorium wurde 1 ccm des zu untersuchenden Wassers mittelst einer sterilisirten Pipette zu etwa 10 ccm in einem Reagensglase befindlicher, vorher verflüssigter Fleischwasser-Pepton-Gelatine hinzugesetzt, durch rotirende und wiegende Bewegungen des horizontal gehaltenen Reagensglases vorsichtig und unter Vermeidung störender Luftblasen tüchtig gemischt und durch Ausgiessen auf eine vorher sterilisirte, horizontal liegende und mit Eis gekühlte Glasplatte möglichst rasch zum Erstarren gebracht. Von jeder Wasserprobe wurde noch eine zweite Platte mit einem Zusatz von nur 0,5 ccm Wasser angefertigt, um durch Vergleichung der Ergebnisse beider Platten die Richtigkeit des Versuches controliren zu können. Die so hergestellten Gelatine-Platten wurden in feuchten Kammern (grossen, mit feuchtem Fliesspapier ausgekleideten Doppelschalen von Glas) bei Zimmertemperatur aufbewahrt und nach 3 bis 4 Tagen untersucht. Einer längeren Beobachtung wurde durch die rasch um sich greifende Verflüssigung einzelner Bacterien-Colonieen in der Regel bald ein Ziel gesetzt. Die Untersuchung beschränkte sich im Allgemeinen darauf, mit Hülfe der Lupe und einer mit einem Quadratnetz versehenen Glasplatte die Zahl der zur Entwickelung gekommenen Colonieen festzustellen, während die genauere Durchmusterung der einzelnen Colonieen mit Hülfe schwacher Vergrösserungen und die Untersuchung derselben mittelst ungefärbter und gefärbter Bacterien-Präparate bei starker Vergrösserung sich, wie in der Regel bei derartigen Massenuntersuchungen, auf besondere Ausnahmen beschränken musste. — Die mikroskopische Untersuchung des frischen Wassers, resp. des nach eintägigem Stehen entstandenen Bodensatzes war in erster Linie auf den Nachweis von Crenothrix gerichtet, welche in den Gelatine-Platten bekanntlich nicht zur Entwickelung kommt.

---

[1] *Mittheilungen des kaiserlichen Gesundheitsamtes.* Bd. I. S. 367.

C. Ergebnisse der Untersuchung.

I. Tabellarische Zusammenstellung.

Abweichend von dem vorjährigen Berichte enthält die nachstehende Zusammenstellung die bei der Untersuchung gefundenen Originalzahlen. Von der Berechnung von Monatsmitteln wurde abgesehen, einmal mit Rücksicht auf die geringe Zahl der Untersuchungen (4 bis 5) pro Monat, hauptsächlich aber, weil gerade die Schwankungen in der Beschaffenheit sowohl des filtrirten wie des zu filtrirenden Wassers, wie sie in den Originalzahlen zum Ausdruck kommen, hygienisch von grösserem Interesse und speciell für die Beurtheilung des Reinigungsprocesses (der Filtration) wichtiger erscheinen mussten als nivellirende Durchschnittswerthe.

Uebersicht 1. Geordnet nach Untersuchungstagen.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 2. Juni 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	172·5	75·0	19·5	70·2		22·0	5475
2	Spreewasser filtrirt	177·5	70·0	18·6	70·2		17·0	42
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	192·5	87·5	15·9	74·4		16·3	118
4	Tegeler Wasser filtrirt	185·0	80·0	15·9	81·3		13·4	16
5	Hochbehälter Charlottenburg	187·5	80·0	15·0	87·1		13·2	41
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	187·0	75·5	15·1	76·8	0	13·4	21
7	Friedrichstr. Nr.41/42 *SW.*	187·5	75·0	15·1	89·2		13·2	15
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	185·0	72·5	17·7	78·7		16·6	42
9	Friedrichstr. Nr. 126 *N.*	190·0	80·0	15·9	87·1		12·7	19
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	172.5	72·5	18·6	87·1		15·5	48
	Untersuchung vom 9. Juni 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	175·0	82·5	19·5	63·5		20·6	7980
2	Spreewasser filtrirt	187·5	72·5	18·6	63·5		14·3	22
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	197·5	87·5	15·9	63·5		16·3	117
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	80·0	15·1	67·7		13·2	39
5	Hochbehälter Charlottenburg	187·5	82·5	15·9	71·9		13·2	53
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	191·0	81·0	15·9	67·7	0	13·5	116
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	190·0	87·5	15·1	63·5		14·3	90
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	195·0	81·0	18·6	59·2		14·6	109
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	190·0	80·0	15·9	71·9		12·9	154
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	197·5	85·0	19·5	63·5		14·9	90

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 16. Juni 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	184·5	80·0	19·5	67·9		20·0	6100
2	Spreewasssr filtrirt	179·0	72·5	18·6	64·1		12·6	33
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	186·5	85·0	17·7	71·7		14·5	115
4	Tegeler Wasser filtrirt	185·5	76·5	15·9	67·9		11·9	76
5	Hochbehälter Charlottenburg	181·5	75·0	15·9	69·7		12·6	41
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	182·0	76·0	15·9	75·6	0	11·9	130
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	189·0	82·5	16·8	71·7		12·3	66
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	186·5	79·5	17·7	67·9		12·8	42
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	182·0	79·0	15·9	69·7		12·3	132
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	187·5	78·5	18·6	64·1		13·1	115
	Untersuchung vom 23. Juni 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	191·0	87·0	20·4	58·5	Spur	21·3	6100
2	Spreewasser filtrirt	187·5	79·5	19·5	58·5	0	11·5	41
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	218·5	91·0	16·8	70·2	Spur	13·4	1325
4	Tegeler Wasser filtrirt	202·5	81·5	15·9	70·2		10·4	194
5	Hochbehälter Charlottenburg	202·5	80·0	15·9	66·3	0	11·2	104
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	199·5	80·5	15·9	62·4		10·9	125
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	200·0	83·0	16·8	74·9	Spur	11·5	634
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO*	205·0	83·5	17·7	70·2		11·2	50
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	195·0	80·5	15·9	58·5	0	10·7	145
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	198·5	79·5	15·9	70·2		10·9	84
	Untersuchung vom 30. Juni 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	197·0	80·5	22·2	62·4	Spur	19·5	4400
2	Spreewasser filtrirt	195·0	76·5	21·3	62·4		12·8	53
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	195·0	82·5	16·8	78·1		17·5	880
4	Tegeler Wasser filtrirt	195·0	77·0	16·8	70·2		10·8	44
5	Hochbehälter Charlottenburg	194·5	78·5	16·8	70·2		11·1	71
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	206·5	82·0	17·7	70·2	0	13·3	121
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	190·0	80·5	17·7	66·3		11·1	160
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	211·0	81·0	23·1	62·4		15·2	51
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	207·5	82·5	18·6	66·3		11·4	151
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	205·0	81·0	22·2	70·2		14·4	63
	Untersuchung vom 7. Juli 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	195·0	84·0	21·3	62·4	Spur	19·7	3500
2	Spreewasser filtrirt	195·5	76·0	18·6	70·2		13·3	28
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	186·0	81·0	16·8	58·5		17·9	verunglückt
4	Tegeler Wasser filtrirt	180·0	77·5	15·9	62·4		10·3	42
5	Hochbehälter Charlottenburg	182·5	77·5	15·9	66·3		11·1	130
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	190·0	80·0	16·8	62·4	0	12·1	60
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	190·0	82·5	15·9	62·4		11·1	103
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	80·0	19·5	70·2		15·4	48
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	192·5	79·0	15·9	62·4		10·8	157
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	197·5	83·0	17·7	66·3		14·4	40

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 14. Juli 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	195·0	85·0	21·3	62·4		18·2	7200
2	Spreewasser filtrirt	185·0	80·0	21·3	66·3		13·6	200
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	177·5	87·5	15·9	58·5		15·4	1896
4	Tegeler Wasser filtrirt	172·5	72·5	15·9	58·5		11·6	120
5	Hochbehälter Charlottenburg	188·5	81·0	15·9	62·4		11·8	152
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	185·0	77·5	15·9	62·4	0	13·5	120
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	170·0	72·5	16·8	58·5		13·7	180
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	81·0	18·6	62·4		13·9	80
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	170·0	70·0	15·9	58·5		13·2	150
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	195·0	80·0	18·6	62·4		13·0	75
	Untersuchung vom 21. Juli 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	82·5	21·3	61·8		18·7	110740
2	Spreewasser filtrirt	202·5	77·5	20·4	61·8		13·5	1656
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	185·0	80·0	15·9	57·6		15·6	13220
4	Tegeler Wasser filtrirt	172·5	67·5	15·9	57·6		11·8	49
5	Hochbehälter Charlottenburg	167·5	73·0	15·9	57·6		13·0	90
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	180·0	75·0	15·1	57·6	0	13·2	136
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	175·0	72·5	15·1	57·6		13·5	240
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	200·0	80·0	20·4	61·8		13·6	368
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	170·0	70·0	15·9	57·6		13·1	107
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	195·0	77·5	19·5	61·8		13·6	810
	Untersuchung vom 28. Juli 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	77·5	22·2	57·6		22·4	2640
2	Spreewasser filtrirt	200·0	70·0	20·4	53·4		13·1	54
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	180·0	80·0	15·9	49·2		15·7	1500
4	Tegeler Wasser filtrirt	172·5	72·5	15·9	53·4		12·8	48
5	Hochbehälter Charlottenburg	177·5	75·0	15·9	57·6		16·1	31680
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	180·0	70·0	16·8	61·8	0	12·8	151
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	177·5	67·5	15·9	53·4		13·4	156
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	82·5	20·4	66·1		13·7	63
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	177·5	70·5	15·9	57·6		12·8	85
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	210·0	82·5	21·3	61·8		14·0	86
	Untersuchung vom 4. August 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	197·5	80·0	21·3	61·8	Spur	22·7	2310
2	Spreewasser filtrirt	206·0	75·0	19·5	61·8		13·7	70
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	182·5	80·0	15·9	53·4		17·3	900
4	Tegeler Wasser filtrirt	177·5	70·0	15·9	53·4		12·5	28
5	Hochbehälter Charlottenburg	177·5	70·0	15·9	57·6		15·2	209
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	190·0	72·5	15·1	57·6	0	14·0	95
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	175·0	65·0	15·1	57·6		13·4	141
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	80·0	19·5	66·1		16·1	53
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	178·5	71·0	15·9	53·4		13·1	96
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	208·5	80·0	19·5	61·8		15·6	75

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 11. August 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	205·0	82·5	22·2	61·8	Spur	22·2	3600
2	Spreewasser filtrirt	201·0	77·5	21·3	61·8	0	14·1	65
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	177·5	80·0	15·9	53·4	Spur	18·2	1100
4	Tegeler Wasser filtrirt	175·0	65·0	15·1	53·4		12·2	434
5	Hochbehälter Charlottenburg	177·5	70·0	15·9	57·6		14·6	135
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	175·0	72·5	15·9	53·4		13·7	131
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	172·5	70·0	15·9	53·4	0	14·0	132
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	205·0	82·5	20·4	66·1		15·2	36
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	176·0	67·5	15·1	57·6		13·4	90
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	205·0	80·0	21·3	66·1		15·8	300
	Untersuchung vom 18. August 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	206·0	82·5	21·3	59·2	Spur	17·9	1800
2	Spreewasser filtrirt	202·5	77·5	19·5	55·0		11·2	36
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	180·0	82·5	15·9	50·9		16·8	179
4	Tegeler Wasser filtrirt	175·0	70·0	15·1	50·9		12·8	50
5	Hochbehälter Charlottenburg	180·0	72·5	15·1	50·9		12·8	70
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	177·5	75·0	15·9	55·0	0	12·8	300
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	180·0	72·5	15·9	50·9		13·1	149
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	77·5	19·5	59·2		12·8	125
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	175·0	70·9	15·9	55·0		12·8	113
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	216·0	82·5	20·4	59·2		14·6	140
	Untersuchung vom 25. August 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	82·5	21·3	55·0		17·0	11900
2	Spreewasser filtrirt	197·5	77·5	20·4	63·5		11·2	26
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	182·5	82·5	15·9	63·5		17·0	4410
4	Tegeler Wasser filtrirt	177·5	70·0	15·9	59·2		12·8	21
5	Hochbehälter Charlottenburg	175·0	72·5	15·9	50·9	0	14·8	40
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	177·5	72·5	15·1	59·2		11·5	180
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	180·0	72·5	15·9	55.0		17·9	164
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	206·0	77·5	20·4	59·2		12·8	37
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	175·0	70·0	15·1	59·2		13·1	96
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	205·0	77·5	19·5	63·5		11·8	59
	Untersuchung vom 1. September 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	205·0	80·5	21·3	55·7		17·3	3360
2	Spreewasser filtrirt	205·0	75·0	20·4	60·0		11·8	184
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	182·5	80·0	15·9	60·0		17·0	600
4	Tegeler Wasser filtrirt	177·5	70·0	15·9	60·0		12·4	17
5	Hochbehälter Charlottenburg	177·5	72·5	15·9	60·0	0	13·9	95
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	180·0	67·5	15·1	60·0		13·6	77
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	172·5	72·5	15·9	60·0		13·1	136
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	77·5	19·5	68·5		14·2	124
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	180·0	77·5	15·9	60·0		13·9	62
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	207·5	75·0	19·5	64·3		14·5	150

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 8. September 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	80·0	21·3	60·0	Spur	17·6	960
2	Spreewasser filtrirt	197·5	72·5	21·3	55·7	0	11·8	1000
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	180·0	77·5	16·8	55·7	Spur	17·3	1220
4	Tegeler Wasser filtrirt	172·5	67·5	15·1	51·4		12·1	100
5	Hochbehälter Charlottenburg	175·0	72·5	15·9	51·4		13·6	250
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	178·0	70·0	15·9	55·7		13·6	180
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	177·5	70·0	15·9	51·4	0	13·6	150
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	205·0	77·5	21·3	60·0		13·9	83
9	Friedrichstrasse Nr. 126. *N.*	172·5	72·5	15·9	55·7		13·3	verunglückt
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	202·5	80·0	20·4	60·0	Spur	13·9	85
	Untersuchung vom 15. September 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	210·0	80·0	22·2	55·7	Spur	20·9	4500
2	Spreewasser filtrirt	195·0	70·0	21·3	51·4	0	12·4	44
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	180·0	75·0	15·9	47·1	Spur	16·7	158
4	Tegeler Wasser filtrirt	172·5	70·0	15·1	47·1		12·8	56
5	Hochbehälter Charlottenburg	175·5	70·0	15·9	51·4		13·6	106
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	180·0	72·5	15·1	55·7		14·8	154
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	180·5	75·0	15·9	51·4	0	12·1	139
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	195·0	75·0	20·4	55·7		12·4	67
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	182·5	72·5	15·9	51·4		12·8	275
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	210·0	77·5	21·3	55·7		13·3	134
	Untersuchung vom 22. September 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	203·0	99·5	31·9	61·7	Spur	17·5	9200
2	Spreewasser filtrirt	205·0	90·0	25·7	61·7	0	10·8	44
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	175·0	77·5	23·1	44·5	Spur	16·1	130
4	Tegeler Wasser filtrirt	177·0	73·0	21·3	57·4		11·7	55
5	Hochbehälter Charlottenburg	185·0	83·0	21·3	48·8		12·8	81
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	174·0	78·0	19·5	61·7		11·9	97
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	170·0	70·0	26·6	53·1	0	10·2	85
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	73·0	28·9	57·4		11·1	198
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	178·5	75·0	24·8	57·4		10·8	128
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	205·0	92·5	28·9	57·4		11·1	306
	Untersuchung vom 29. September 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	200·0	95·5	30·8	48·8	Spur	16·3	1120
2	Spreewasser filtrirt	190·0	94·0	30·8	57·4	0	8·9	30
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	183·5	78·5	16·3	66·0	Spur	15·2	111
4	Tegeler Wasser filtrirt	176·5	78·5	16·3	57·4		12·8	31
5	Hochbehälter Charlottenburg	177·5	65·0	16·3	54·6		11·7	82
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	229·5	82·5	14·5	61·7		8·5	76
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	180·0	80·0	16·3	78·9	0	8·9	98
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	217·5	100·0	30·8	53·1		8·5	63
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	177·5	77·5	16·3	61·7		10·8	74
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	203·0	96·5	26·8	48·8		8·5	87

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 6. October 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	205·0	95·0	30·8	67·2	Spur	16·1	3192
2	Spreewasser filtrirt	210·0	100·0	30·8	67·2	0	8·3	36
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	177·5	85·0	16·3	56·7	Spur	14·9	160
4	Tegeler Wasser filtrirt	182·5	77·5	16·3	42·7		10·7	24
5	Hochbehälter Charlottenburg	190·5	90·0	16·3	38·7		13·2	158
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	180·0	80·0	16·3	51·2		8·9	116
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	180·0	77·5	16·3	42·9	0	11·3	79
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	210·0	97·5	30·8	47·1		7·9	104
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	190·5	87·0	16·3	51·2		13·0	95
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	205·0	85·0	29·0	47·1		7·3	29
	Untersuchung vom 13. October 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	220·0	92·5	30·8	38·7	2·5	16·1	1204
2	Spreewasser filtrirt	235·0	92·5	30·8	47·0	0	8·3	25
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	185·0	75·0	16·3	51·2	Spur	14·3	519
4	Tegeler Wasser filtrirt	196·0	82·5	16·3	84·4		10·7	29
5	Hochbehälter Charlottenburg	190·0	82·5	16·3	51·2		11·9	90
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	175·0	77·5	16·3	51·2		10·4	125
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	185·0	78·5	16·3	55·3	0	11·3	67
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	192·5	92·5	27·2	30·4		8·6	62
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	183·5	87·5	16·3	67·5		12·2	75
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	210·0	97·5	30·8	51·2		8·9	32
	Untersuchung vom 20. October 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	212·5	92·5	32·0	59·7	Spur	14·7	2178
2	Spreewasser filtrirt	215·0	87·5	32·0	71·9	0	8·7	36
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	185·0	80·0	16·0	67·8	Spur	12·1	174
4	Tegeler Wasser filtrirt	181·0	75·0	16·0	67·8		8·7	18
5	Hochbehälter Charlottenburg	185·0	80·0	16·0	76·0		10·2	720
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	177·5	72·5	16·0	59·7		10·4	132
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	182·0	77·0	16·0	59·7	0	11·0	78
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	209·0	84·0	32·0	67·8		9·3	18
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	182·5	80·0	16·0	63·7		10·4	28
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	212·5	88·5	32·0	71·9		9·0	41
	Untersuchung vom 27. October 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	207·5	75·0	30·2	59·7		15·0	4840
2	Spreewasser filtrirt	205·0	65·0	30·2	71·9	Schwache	8·2	24
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	180·0	62·5	16·0	63·7	Spur	11·5	173
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	80·0	16·0	67·8		10·3	10
5	Hochbehälter Charlottenburg	185·0	67·5	16·0	59·7		9·6	54
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	180·0	67·5	16·0	67·8	Ganz schwache	10·1	129
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	182·5	67·5	16·0	67·8		10·7	47
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	75·0	30·2	67·8	Spur	8·3	31
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	190·0	87·5	16·0	63·7		9·9	39
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	210·0	87·5	19·5	67·8		9·1	112

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
Untersuchung vom 3. November 1885.								
1	Spreewasser unfiltrirt	217·5	55·0	29·9	52·8		21·6	8500
2	Spreewasser filtrirt	202·5	65·0	29·9	52·8		15·8	80
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	190·0	52·5	15·8	61·1	Spur	18·8	128
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	52·5	15·8	56·9		15·8	82
5	Hochbehälter Charlottenburg	190·0	72·5	15·8	56·9		15·8	100
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	187·5	77·5	15·8	48·6		15·5	340
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	187·5	80·0	15·8	56·9	Geringe Spur	16·4	76
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	205·0	75·0	26·4	56·9		16·4	96
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	182·5	60·0	15·8	56·9		16·9	91
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	192·5	67·5	26·4	61·1		13·9	131
Untersuchung vom 10. November 1885.								
1	Spreewasser unfiltrirt	207·5	75·0	26·6	65·3		16·2	2520
2	Spreewasser filtrirt	205·0	60·0	26·6	65·3	Spur	9·2	42
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	187·5	70·0	16·0	65·3		14·3	250
4	Tegeler Wasser filtrirt	187·5	72·5	16·0	65·3		13·0	32
5	Hochbehälter Charlottenburg	185·0	72·5	16·0	65·3		13·8	120
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	187·5	77·5	14·2	65·3		12·1	284
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	185·0	65·0	14·2	65·3	0	13·0	38
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	65·0	21·3	65·3		11·6	126
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	192·5	70·0	14·2	77·7		14·0	34
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	187·5	65·0	21·3	76·4		14·6	62
Untersuchung vom 17. November 1885.								
1	Spreewasser unfiltrirt	187·5	75·0	26·6	44·4		18·9	6000
2	Spreewasser filtrirt	192·5	75·0	26·6	57·0		15·9	52
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	177·5	75·0	16·0	57·0		19·4	60
4	Tegeler Wasser filtrirt	175·0	75·0	16·0	57·0		18·4	51
5	Hochbehälter Charlottenburg	182·5	72·5	16·0	57·0		17·2	150
6	Wilhelmstrasse Nr. 76 *W.*	172·5	72·5	16·0	62·9	Spur	15·4	50
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	170·0	70·0	16·0	62·9		16·6	8
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	192·5	72·5	26·6	62·9		15·9	63
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	177·5	77·5	16·0	62·9		17·5	53
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	177·5	77·5	26·6	62·9		14·8	151
Untersuchung vom 24. November 1885.								
1	Spreewasser unfiltrirt	185·0	72·5	24·9	58·1	Spur	15·1	31500
2	Spreewasser filtrirt	175·0	52·5	24·9	58·1	0	12·2	167
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	187·5	75·0	16·0	62·2	Spur	15·4	251
4	Tegeler Wasser filtrirt	175·0	75·0	16·0	54·1		14·3	78
5	Hochbehälter Charlottenburg	185·0	65·0	16·0	58·1		14·0	66
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	182·5	75·0	16·0	58·1		13·5	90
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	170·0	50·0	16·0	58·1	0	13·8	29
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	80·0	24·9	58·1		13·0	580
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	182·5	82·5	16·0	58·1		13·5	18
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	192·5	77·5	24·9	58·1		12·7	540

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 1. December 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	192·5	62·5	23·1	45·0	Spur	19·6	9000
2	Spreewasser filtrirt	187·5	70·0	23·1	36·8		16·0	117
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	195·0	62·5	16·0	53·1		16·0	65
4	Tegeler Wasser filtrirt	197·5	85·0	16·0	53·1		16·0	10
5	Hochbehälter Charlottenburg	192·5	75·0	16·0	53·1		16·0	19
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	182·5	65·0	16·0	49·0		16·0	62
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	182·5	65·0	16·0	45·0		15·7	9
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	67·5	23·1	53·1		13·5	349
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	187·5	70·0	16·0	53·1		15·1	4
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	187·5	70·0	23·1	53·1		13·5	267
	Untersuchung vom 8. December 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	197·5	80·0	24·9	59·0	Spur	16·6	2700
2	Spreewasser filtrirt	197·5	65·0	24·9	59·0		12·7	220
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	190·0	72·5	16·0	64·7		14·5	440
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	72·5	16·0	71·1		15·3	210
5	Hochbehälter Charlottenburg	185·0	72·5	16·0	63·4		14·2	350
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	187·5	70·0	16·0	71·1		15·3	96
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	187·5	70·0	16·0	56·3		13·3	350
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	70·0	24·9	56·3		13·3	700
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	187·5	65·0	16·0	56·3		13·3	244
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	182·5	62·5	24·9	56·3		14·2	300
	Untersuchung vom 15. December 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	205·0	67·5	24·9	56·3	Spur	19·7	5880
2	Spreewasser filtrirt	205·0	67·5	24·9	72·4		15·3	180
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	190·0	62·5	16·0	64·7		18·8	1290
4	Tegeler Wasser filtrirt	192·5	80·0	16·0	63·4		16·6	1500
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	70·0	16·0	59·0		18·2	5000
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	205·0	67·5	24·9	64·7		15·3	290
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	192·5	65·0	24·9	56·3		15·3	200
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	185·0	72·5	24·9	63·4		15·3	245
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	195·0	57·5	16·0	59·0		16·9	2880
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	205·0	70·0	24·9	59·0		15·3	155
	Untersuchung vom 22. December 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	212·5	72·5	23·5	55·4	Spur	10·7	5600
2	Spreewasser filtrirt	205·0	57·5	23·5	52·0		8·6	34
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	187·5	72·5	16·3	52·0		11·2	86
4	Tegeler Wasser filtrirt	187·5	82·5	16·3	68·7		9·7	260
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	77·5	16·3	58·7		8·6	30
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	190·0	67·5	23·5	65·3		9·1	320
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	197·5	72·5	16·3	62·0		7·8	390
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	205·0	67·5	23·5	52·0		7·8	160
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	195·0	67·5	16·3	62·0		9·7	356
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	197·5	80·0	23·5	52·0		7·8	40

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 29. December 1885.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	75·0	23·5	55·4	Spur	13·6	4000
2	Spreewasser filtrirt	197·5	60·0	23·5	52·0		9·1	20
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	190·0	75·0	16·3	52·0		10·7	149
4	Tegeler Wasser filtrirt	177·5	60·0	16·3	68·7		11·7	110
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	72·5	19·9	58·7		10·7	950
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	197·5	72·5	16·3	65·3		10·2	196
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	187·5	75·0	16·3	62·0		11·7	300
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	210·0	75·0	23·5	52·0		8·6	56
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	195·0	77·5	16·3	62·0		10·7	131
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	200·0	72·5	23·5	52·0		7·8	56
	Untersuchung vom 5. Januar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	192·5	70·0	22·6	83·5	Spur	13·5	4500
2	Spreewasser filtrirt	182·5	60·0	22·6	83·5		9·8	95
3	Tegeler Wasser unfilfrirt	182·5	70·0	16·3	75·1		13·5	80
4	Tegeler Wasser filtrirt	180·0	65·0	16·3	75·1		11·4	38
5	Hochbehälter Charlottenburg	190·0	75·0	18·1	55·0		12·1	205
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	192·5	70·0	16·3	83·5		12·2	81
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	187·5	62·5	18·1	75·1		13·5	75
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	192·5	80·0	22·6	70·3		10·4	74
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	190·0	70·0	22·6	75·1		11·1	45
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	192·5	70·0	19·9	70·3		10·7	40
	Untersuchung vom 12. Januar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	197·5	75·0	23·5	60·6	Spur	18·2	1400
2	Spreewasser filtrirt	200·0	70·0	23·5	76·3		10·8	40
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	197·5	70·0	16·3	84·8		12·4	170
4	Tegeler Wasser filtrirt	187·5	72·5	16·3	72·7		12·1	12
5	Hochbehälter Charlottenburg	190·0	75·0	16·3	76·3		10·8	42
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	195·0	75·0	16·3	76·3		10·8	43
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	192·5	75·0	16·3	72·7		10·8	18
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	192·5	70·0	21·7	72·7		10·0	145
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	182·5	70·0	16·3	76·3		10·8	21
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	200·0	75·0	23·5	80·8		10·0	150
	Untersuchung vom 19. Januar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	80·0	23·5	56·9	Spur	18·2	1100
2	Spreewasser filtrirt	197·5	80·0	23·5	56·9		11·3	94
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	207·5	80·0	18·1	65·3		12·9	92
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	85·0	19·9	61·1		11·1	36
5	Hochbehälter Charlottenburg	192·5	77·5	18·1	61·1		11·6	370
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	197·5	75·0	18·1	69·4		11·6	200
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	187·5	70·0	18·1	65·3		11·1	190
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	75·0	23·5	52·8		11·6	35
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	185·0	75·0	18·1	65·3		10·5	63
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	197·5	75·0	23·5	52·8		10·5	474

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 26. Januar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	192·5	72·5	21·7	45·5		20·0	29000
2	Spreewasser filtrirt	197·5	75·0	21·7	66·1		16·6	100
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	195·0	77·5	16·0	62·0		15·8	54
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	82·5	17·8	62·0		15·0	60
5	Hochbehälter Charlottenburg	190·0	75·0	17·8	53·7		12·2	502
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	200·0	82·5	16·0	62·0	Spur	14·1	127
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	200·0	82·5	21·7	66·1		12·2	107
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	202·5	75·0	21·7	57·9		15·0	236
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	190·0	77·5	17·8	62·0		12·0	130
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	200·0	75·0	21·7	57·9		15·0	200
	Untersuchung vom 2. Februar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	197·5	75·0	23·1	49·6	0·8	19·1	20000
2	Spreewasser filtrirt	205·0	75·0	23·1	49·6	0·8	19·1	80
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	172·5	72·5	16·0	57·9		14·4	13600
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	77·5	17·8	62·0		14·4	24
5	Hochbehälter Charlottenburg	197·5	80·0	17·8	57·9		15·2	98
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	200·0	82·5	17·8	62·0	Spur	14·7	173
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	197·5	87·5	17·8	62·0		14·7	107
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	205·0	82·5	21·3	57·9		16·1	260
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	190·0	82·5	17·8	62·0		13·3	70
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	192·5	75·0	21·3	49·6		16·1	250
	Untersuchung vom 9. Februar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	200·0	72·5	23·1	57·9	0·2	17·3	5900
2	Spreewasser filtrirt	210·0	82·5	23·1	66·1		12·9	7
4	Tegeler Wasser unfiltrirt	202·5	80·0	17·8	70·3	Spur	13·4	15
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	75·0	17·8	70·3		10·1	6
5	Hochbehälter Charlottenburg	197·5	70·0	17·8	74·4		11·2	65
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	200·0	75·0	17·8	70·3		11·7	36
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	195·0	77·5	17·8	74·4		12·3	6
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	80·0	23·1	66·1	0	10·9	143
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	187·5	75·0	17·8	70·3		11·2	31
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	220·0	85·0	23·1	66·1		11·4	164
	Untersuchung am 16. Februar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	192·5	85·0	21·3	56·4	0·2	14·6	1250
2	Spreewasser filtrirt	202·5	75·0	21·3	60·7	Spur	14·6	10
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	202·5	85·0	17·8	73·7		14·1	30
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	80·0	17·8	69·4	0	12·6	2
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	80·0	17·8	60·7	Spur	10·1	75
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	200·0	85·0	17·8	69·4	0	10·9	26
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	192·5	80·0	17·8	69·4		10·3	22
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	80·0	21·3	60·7	Spur	13·8	80
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	185·0	80·0	17·8	60·7	0	10·6	103
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	200·0	72·5	21·3	69·4	Spur	13·8	50

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 23. Februar 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	190·0	80·0	21·3	63·4	Spur	17·2	1280
2	Spreewasser filtrirt	195·0	80·0	21·3	67·7		12·3	8
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	202·5	87·5	17·8	76·3		15·8	14
4	Tegeler Wasser filtrirt	190·0	85·0	17·8	76·3		11·8	8
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	85·0	17·8	72·0	0	12·1	225
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	195·0	75·0	17·8	76·3		11·5	42
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	195·0	75·0	17·8	76·3		11·8	92
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	195·0	75·0	21·3	63·4	Spur	13·5	22
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	195·0	75·0	17·8	72·0	0	12·1	40
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	195·0	75·0	21·3	72·0		12·3	18
	Untersuchung vom 2. März 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	75·0	22·3	72·0	Spur	12·5	1010
2	Spreewasser filtrirt	207·5	80·0	22·3	72·0		10·1	8
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	217·5	82·5	18·3	80·6		8·7	57
4	Tegeler Wasser filtrirt	205·0	75·0	18·3	76·3		8·5	3
5	Hochbehälter Charlottenburg	202·5	77·5	16·5	76·3		9·0	110
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	200·0	87·5	16·5	72·0		9·0	55
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	197·5	77·5	16·5	76·3		8·2	36
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	75·0	22·3	76·3		9·8	20
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	200·0	82·5	16·5	76·3		8·5	26
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	200·0	75·0	22·3	76·3		9·8	58
	Untersuchung vom 9. März 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	200·0	72·5	20·1	57·4	1·25	15·8	3680
2	Spreewasser filtrirt	197·5	70·0	20·1	66·0	Spur	12·4	112
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	215·0	72·5	16·5	83·2	0·6	15·0	225
4	Tegeler Wasser filtrirt	195·0	80·0	16·5	79·0	0	10·1	19
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	85·0	16·5	74·5	Spur	10·7	475
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	197·5	80·0	16·5	79·0	0	11·0	165
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	197·5	80·0	16·5	70·2		10·4	163
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	197·5	77·5	20·1	79·0	Spur	12·1	105
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	200·0	87·5	16·5	79·0	0	11·0	266
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	200·0	80·0	18·3	79·0	Spur	12·4	42
	Untersuchung vom 16. März 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	197·0	77·5	20·1	66·0	Spur	17·2	14400
2	Spreewasser filtrirt	210·0	92·5	20·1	83·2		13·5	210
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	212·5	95·0	16·5	83·2		18·1	440
4	Tegeler Wasser filtrirt	195·0	80·0	16·5	74·5		12·1	70
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	77·5	16·5	79·0		12·1	960
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	197·5	80·0	16·5	74·5		11·8	160
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	200·0	72·5	16·5	57·4		11·6	120
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	200·0	85·0	20·1	79·0		12·7	750
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	195·0	85·0	16·5	66·0		11·6	125
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	200·0	72·5	20·1	66·0		12·7	570

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
		Milligramm im Liter Wasser						
	Untersuchung vom 23. März 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	202·5	72·5	20·1	49·8	12·5	17·6	32700
2	Spreewasser filtrirt	205·0	57·5	20·1	75·4	Spur	11·9	145
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	180·0	72·5	16·5	49·8		13·7	16500
4	Tegeler Wasser filtrirt	195·0	80·0	16·5	71·1		12·2	66
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	75·0	16·5	75·4		12·8	1870
6	Wilhelmstr. Nr. 75 *W.*	207·5	90·0	16·5	71·1		13·4	136
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	202·5	90·0	16·5	66·8	0	11·9	130
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	207·5	90·0	20·1	49·8		11·6	130
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	197·5	90·0	16·5	71·1		12·5	50
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	217·5	90·0	20·1	66·8		11·6	200
	Untersuchung vom 30. März 1886.							
1	Spreewasser unfiltrirt	187·5	65·0	21·3	52·4	10·0	15·9	100000
2	Spreewasser filtrirt	195·0	70·0	19·5	69·4	Spur	14·0	2300
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	77·5	40·0	5·3	26·9	Spur	5·0	50000
4	Tegeler Wasser filtrirt	990·0	77·5	16·0	77·9		12·0	104
5	Hochbehälter Charlottenburg	200·0	72·5	16·0	77·9		10·9	8800
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 *W.*	202·5	85·0	16·0	65·2		13·1	300
7	Friedrichstr. Nr. 41/42 *SW.*	197·5	80·0	16·0	65·2	0	12·6	310
8	Schmidstrasse Nr. 16 *SO.*	195·0	82·5	19·5	69·4		13·1	1600
9	Friedrichstrasse Nr. 126 *N.*	192·5	90·0	16·0	69·4		12·0	200
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 *C.*	190·0	75·0	19·5	65·2		12·0	1100

Uebersicht 2. Geordnet nach Entnahmestellen.

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1^{ccm} Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 1. Spreewasser vor der Filtration.							
1885 2. Juni	172·5	75	19·5	70·2	0	22	5475
9. „	175	82·5	19·5	63·5	0	20·6	7980
16. „	184·5	80	19·5	67·9	0	20	6100
23. „	191	87	20·4	58·5	Spur	21·3	6100
30. „	197	80·5	22·2	62·4	Spur	19·5	4400
7. Juli	195	84	21·3	62·4	Spur	19·7	3500
14. „	195	85	21·3	62·0	0	18·2	7200
21. „	202·5	82·5	21·3	61·8	0	18·7	110740
28. „	202·5	77·5	22·2	57·6	0	22·4	2640
4. August	197·5	80	21·3	61·8	Spur	22·7	2310
11. „	205	82·5	22·2	61·8	Spur	22·2	3600
18. „	206	82·5	21·3	59·2	Spur	17·9	1800
25. „	202·5	82·5	21·3	55	0	17	11900
1. September	205	80·5	21·3	55·7	0	17·3	3360
8. „	202·5	80	21·3	60	Spur	17·6	960
15. „	210	80	22·2	55·7	Spur	20·9	4500
22. „	203	99·5	31·9	61·7	Spur	17·5	9200
29. „	200	95	30·8	48·8	Spur	16·3	1120
1885 6. October	205	95	30·8	67·2	Spur	16·1	3192
13. „	220	92·5	30·8	38·7	2·5	16·1	1204
20. „	212·5	92·5	32	59·7	Spur	14·7	2178
27. „	207·5	75	30·2	59·7	schwache Spur	15	4840
3. November	217·5	55	29·9	52·8	Spur	21·6	8500
10. „	207·5	75	26·6	65·3	Spur	16·2	2520
17. „	187·5	75	26·6	44·4	Spur	18·9	6000
24. „	185	72·5	24·9	58·1	Spur	15·1	31500
1. December	192·5	62·5	23·1	45	Spur	19·6	9000
8. „	197·5	80	24·9	59	Spur	16·6	2700
15. „	205	67·5	24·9	56·3	Spur	19·7	5880
22. „	212·5	71·5	23·5	55·4	Spur	10·7	5600
29. „	202·5	75	23·5	55·4	Spur	13·6	4000
1886 5. Januar	192·5	70	22·6	83·5	Spur	13·5	4500
12. „	197·5	75	23·5	60·6	Spur	18·2	1400
19. „	202·5	80	23·5	56·9	Spur	18·2	1100
26. „	192·5	72·5	21·7	45·5	Spur	20	29000
2. Februar	197·5	75	23·1	49·6	0·8	19·1	20000
9. „	200	72·5	23·1	57·9	0·2	17·3	5900
16. „	192·5	85	21·3	56·4	0·2	14·6	1250
23. „	190	80	21·3	63·4	Spur	17·2	1280
2. März	202·5	75	22·3	72	Spur	12·5	1010
9. „	200	72·5	20·1	57·4	1·25	15·8	3680
16. „	197	77·5	20·1	66	Spur	17·2	14400
23. „	202·5	205	20·1	49·8	12·5	17·6	32700
30. „	187·5	65	21·3	52·4	10·0	15·9	100000

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 2. Spreewasser nach der Filtration.							
1885 2. Juni	177·5	70	18·6	70·2	0	17	42
9. „	187·5	72·5	18·6	63·5	0	14·3	22
16. „	179	72·5	18·6	64·1	0	12·6	33
23. „	187·5	79·5	19·5	58·5	0	11·5	41
30. „	195	76·5	21·3	62·4	0	12·8	53
7. Juli	195·5	76	18·6	70·2	Spur	13·3	28
14. „	185	80	21·3	66·3	0	13·6	200
21. „	202·5	77·5	20·4	61·8	0	13·5	1656
28. „	200	70	20·4	53·4	0	13·1	54
4. August	206	75	19·5	61·8	0	13·7	70
11. „	201	77·5	21·3	61·8	0	14·1	65
18. „	202·5	77·5	19·5	55	0	11·2	36
25. „	197·5	77·5	20·4	63·5	0	11·2	26
1. September	205	75	20·4	60	0	11·8	184
8. „	197·5	72·5	21·3	55·7	0	11·8	1000
15. „	195	70	21·3	51·4	0	12·4	44
22. „	205	90	25·7	61·7	0	10·8	44
29. „	190	94	30·8	57·4	0	8·9	30
1885 6. October	210	100	30·8	67·2	0	8·3	36
13. „	235	92·5	30·8	47	0	8·3	25
20. „	215	87·5	32	71·9	0	8·7	36
27. „	205	65	30·2	71·9	Spur	8·2	24
3. November	202·5	65	29·9	52·8	Spur	15·8	80
10. „	205	60	26·6	65·3	Spur	9·2	42
17. „	192·5	75	26·6	57	Spur	15·9	52
24. „	175	52·5	24·9	58·1	0	12·2	167
1. December	187·5	70	23·1	36·8	Spur	16	117
8. „	197·5	65	24·9	59	Spur	12·7	220
15. „	205	67·5	24·9	72·4	Spur	15·3	180
22. „	205	57·5	23·5	52	Spur	8·7	34
29. „	197·5	60	23·5	52	Spur	9·1	20
1886 5. Januar	182·5	60	22·6	83·5	Spur	9·8	95
12. „	200	70	23·5	76·3	Spur	10·8	40
19. „	197·5	80	23·5	56·9	Spur	11·3	94
26. „	197·5	75	21·7	66·1	Spur	16·6	100
2. Februar	205	75	23·1	49·6	0·8	19·1	80
9. „	210	82·5	23·1	66·1	Spur	12·9	7
16. „	202·5	75	21·3	60·7	Spur	14·6	10
23. „	195	80	21·3	67·7	Spur	12·3	8
2. März	207·5	80	22·3	72	Spur	10·1	8
9. „	197·5	70	20·1	66	Spur	12·4	112
16. „	210	92·5	20·1	85·2	Spur	13·5	210
23. „	72·5	57·5	20·1	75·4	Spur	11·9	145
30. „	195	70	19·5	69·4	Spur	14	2300

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 3. Wasser des Tegeler Sees vor der Filtration.							
1885 2. Juni	192·5	87·5	15·9	74·4	0	16·3	118
9. „	197·5	87·5	15·9	63·5	0	16·3	117
16. „	186·5	85	17·7	71·7	0	14·5	115
23. „	218·5	91	16·8	70·2	Spur	13·4	1325
30. „	195	82·5	16·8	78·1	0	17·3	880
7. Juli	186	81	16·8	58·8	0	17·9	verunglückt
14. „	177·5	87·5	15·9	58·5	0	15·4	1896
21. „	185	80	15·9	57·6	0	15·6	13220
28. „	180	80	15·9	49·2	0	15·7	1500
4. August	182·5	88	15·9	53·4	0	17·3	900
11. „	177·5	80	15·9	53·4	Spur	18·2	1100
18. „	180	82·5	15·9	50·9	0	16·8	179
25. „	182·5	82·5	15·9	63·5	0	17	4410
1. September	182·5	80	15·9	60	0	17	600
8. „	180	77·5	16·8	55·7	Spur	17·3	1220
15. „	180	75	15·9	47·1	Spur	16·7	158
22. „	175	77·5	23·1	44·5	Spur	10·1	130
29. „	183·5	78·5	16·3	66	Spur	15·2	111
1885 6. October	177·5	85	16·3	56·7	Spur	14·9	160
13. „	185	75	16·3	51·2	Spur	14·3	519
20. „	185	80	16	67·8	Spur	12·1	174
27. „	180	62·5	16	63·7	Schwache Spur	11·5	173
3. November	190	52·5	15·8	61·1	Spur	18·8	128
10. „	187·5	70	16	65·3	Spur	14·3	250
17. „	177·5	75	16	57	Spur	19·9	60
24. „	187·5	75	16	62·2	Spur	15·4	251
1. December	195	62·5	16	53·1	Spur	16	65
8. „	100	72·5	16	64·7	Spur	14·5	240
15. „	190	62·5	16	64·7	Spur	18·8	1290
22. „	187·5	72·5	16·3	52	Spur	4·2	86
29. „	190	75	16·3	52	Spur	10·7	149
1886 5. Januar	182·5	70	16·3	75·1	Spur	13·5	80
12. „	197·5	70	16·3	84·8	Spur	12·4	170
19. „	207·5	80	18·1	65·3	Spur	12·9	92
26. „	195	77·5	16	62	Spur	15·8	54
2. Februar	172·5	72·5	16	57·9	Spur	14·4	13600
9. „	202·5	80	17·8	70·3	Spur	13·4	15
16. „	202·5	85	17·8	73·7	Spur	14·1	30
23. „	202·5	87·5	17·8	76·3	Spur	15·8	14
2. März	217·5	82·5	18·3	80·6	Spur	8·7	57
9. „	215	72·5	16·5	83·2	0·6	15	225
16. „	212·5	95	16·5	83·2	Spur	18·1	440
23. „	180	72·5	16·5	49·8	Spur	13·7	16500
30. „	77·5	40	5·3	26·9	Spur	5	50000

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 4. Wasser des Tegeler Sees nach der Filtration.							
1885 2. Juni	185	80	15·9	81·3	0	13·4	16
9. „	190	80	15·1	67·7	0	13·2	39
16. „	185·5	76·5	15·9	67·9	0	11·9	76
23. „	202·5	81·5	15·9	70·2	0	10·4	194
30. „	195	77	16·8	70·2	0	10·8	44
7. Juli	180	77·5	15·9	62·4	0	10·3	42
14. „	172·5	72·5	15·9	58·5	0	11·6	120
21. „	172·5	67·5	15·9	57·6	0	11·8	49
28. „	172·5	72·5	15·9	53·4	0	12·8	48
4. August	177·5	70	15·9	53·4	0	12·5	28
11. „	175	65	15·1	53·4	0	12·2	434
18. „	175	70	15·1	50·9	0	12·8	50
25. „	177·5	70	15·9	59·2	0	12·8	21
1. September	177·5	70	15·9	60	0	12·4	17
8. „	172·5	67·5	15·1	51·4	0	12·1	100
15. „	172·5	70	15·1	47·1	0	12·8	56
22. „	177	73	21·3	57·4	0	11·7	55
29. „	176·5	78·5	16·3	57·4	0	12·8	31
1885 6. October	182·5	77·5	16·3	42·7	0	10·7	24
13. „	196	82·5	16·3	84·4	0	10·7	29
20. „	181	75	16	67·8	0	8·7	18
27. „	190	80	16	67·8	Schwache Spur	10·3	10
3. November	190	52·5	15·8	56·9	Spur	15·8	82
10. „	187·5	72·5	16	65·3	0	13	32
17. „	175	75	16	57	Spur	18·4	51
24. „	175	75	16	54·1	0	14·3	78
1. December	197·5	85	16	53·1	Spur	16	10
8. „	190	72·5	16	71·1	Spur	15·3	210
15. „	172·5	80	16	63·4	Spur	16·6	1500
22. „	187·5	82·5	16·3	68·7	Spur	9·7	260
29. „	177·5	60	16·3	68·7	Spur	11·7	110
1886 5. Januar	180	65	16·3	75·1	Spur	11·4	38
12. „	187·5	72·5	16·3	72·7	Spur	12·1	12
19. „	190	85	19·9	61·1	Spur	11·1	36
26. „	190	82·5	17·8	62	Spur	15	60
2. Februar	190	77·5	17·8	62	Spur	14·4	24
9. „	190	75	17·8	70·3	0	10·1	6
16. „	190	80	17·8	69·4	0	12·6	2
23. „	190	85	17·8	76·3	0	11·8	8
2. März	205	75	18·3	76·3	Spur	8·5	3
9. „	195	80	16·5	79	0	10·1	19
16. „	195	80	16·5	74·5	Spur	12·1	70
23. „	195	80	16·5	71·1	0	12·2	66
30. „	190	77·5	16	77·9	Spur	12·0	104

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 5. Wasser des Hochbehälters zu Charlottenburg.							
1885 2. Juni	187·5	80	15	87·1	0	13·2	41
9. „	187·5	82·5	15·9	71·9	0	13·2	53
16. „	181·5	75	15·9	69·7	0	12·6	41
23. „	202·5	80	15·9	66·3	0	11·2	104
30. „	194·5	78·5	16·8	70·2	0	11·1	71
7. Juli	182·5	77·5	15·9	66·3	0	11·1	130
14. „	188·5	81	15·9	62·4	0	11·8	152
21. „	167·5	73	15·9	57·6	0	13	90
28. „	177·5	75	15·9	57·6	0	16·1	31680
4. August	177·5	70	15·9	57·6	0	15·2	209
11. „	177·5	70	15·9	57·6	0	14·6	135
18. „	180	72·5	15·1	50·9	0	12·8	70
25. „	175	72·5	15·9	50·9	0	14·8	40
1. September	177·5	72·5	15·9	60	0	13·9	95
8. „	175	72·5	15·9	51·4	0	13·6	250
15. „	175·5	70	15·9	51·4	0	13·6	106
22. „	185	83	21·3	48·8	0	12·8	81
29. „	177·5	65	16·3	54·6	0	11·7	82
1885 6. October	190·5	90	16·3	38·7	0	13·2	158
13. „	190	82·5	16·3	51·2	0	11·9	90
20. „	185	80	16	76	0	10·2	720
27. „	185	67·5	16	59·7	Spur	9·6	54
3. November	190	72·5	15·8	56·9	Spur	15·8	100
10. „	185	72·5	16	65·3	0	13·8	120
17. „	182·5	72·5	16	57	Spur	17·2	150
24. „	185	65	16	58·1	0	14	66
1. December	192·5	75	16	53·1	Spur	16	19
8. „	185	72·5	16	63·4	Spur	14·2	350
15. „	200	70	16	59	Spur	18·2	5000
22. „	200	77·5	16·3	58·7	Spur	8·6	350
29. „	200	72·5	19·9	58·7	Spur	10·7	950
1886 5. Januar	190	75	18·1	55	Spur	12·1	205
12. „	190	75	16·3	76·3	Spur	10·8	42
19. „	192·5	77·5	18·1	61·1	Spur	11·6	370
26. „	190	75	17·8	53·7	Spur	12·2	502
2. Februar	197·5	80	17·8	57·9	Spur	15·2	98
9. „	197·5	70	17·8	74·4	Spur	11·2	65
16. „	200	80	17·8	60·7	Spur	10·1	75
23. „	200	85	17·8	72	0	12·1	225
2. März	202·5	77·5	16·5	76·3	Spur	9	110
9. „	200	85	16·5	74·5		10·7	475
16. „	200	77·5	16·5	79		12·1	960
23. „	200	75	16·5	75·4		12·8	1870
30. „	200	72·5	16	77·9	Spur	10·9	8800

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 6. Leitungswasser aus *W.* Wilhelmstrasse 75.							
1885 2. Juni	187	75·5	15·1	76·8	0	13·4	21
9. „	191	81	15·9	67·7	0	13·5	116
16. „	182	76	15·9	75·6	0	11·9	130
23. „	199·5	80·5	15·9	62·4	0	10·9	125
30. „	206·5	82	17·7	70·2	0	13·3	121
7. Juli	190	80	16·8	62·4	0	12·1	60
14. „	185	77·5	15·9	62·4	0	13·5	120
21. „	180	75	15·1	57·6	0	13·2	136
28. „	180	70	16·8	61·8	0	12·8	151
4. August	190	72·5	15·1	57·6	0	14	95
11. „	175	72·5	15·9	53·4	0	13·7	131
18. „	177·5	75	15·9	55	0	12·8	300
25. „	177·5	72·5	15·1	59·2	0	11·5	180
1. September	180	67·5	15·1	60	0	13·6	77
8. „	178	70	15·9	55·7	0	13·6	180
15. „	180	72·5	15·1	55·7	0	14·8	154
22. „	174	78	19·5	61·7	0	11·9	97
29. „	229·5	82·5	14·5	61·7	0	8·5	76
1885 6. October	180	80	16·3	51·2	0	8·9	116
13. „	175	77·5	16·3	57·2	0	10·4	125
20. „	177·5	72·5	16	59·7	0	10·4	132
27. „	180	67·5	16	67·8	ganz schwache Spur	10·1	129
3. November	187·5	77·5	15·8	48.6	geringe Spur	15·5	340
10. „	187·5	77·5	14·2	65·3	0	12·1	284
17. „	172·5	72·5	16·2	62·9	Spur	15·4	50
24. „	182·5	75	16	58·1	0	13·5	90
1. December	182·5	65	16	49	Spur	16	62
8. „	187·5	70	16	71·1	Spur	15·3	96
15. „	205	67·5	24·9	64·7	Spur	15·3	290
22. „	190	67·5	23·5	65·3	Spur	9·1	320
29. „	197·5	72·5	16·3	65·3	Spur	10·2	196
1886 5. Januar	192·5	70	16·3	83·5	Spur	12·2	81
12. „	195	75	16·3	76·3	Spur	10·8	43
19. „	197·5	75	18·1	69·4	Spur	11·6	200
26. „	200	82·5	16	62	Spur	14·1	127
2. Februar	200	82·5	17·8	62	Spur	14·7	173
9. „	200	75	17·8	70·3	0	11·7	36
16. „	200	85	17·8	69·4	0	10·9	26
23. „	195	75	17·8	76·3	0	11·5	42
2. März	200	87·5	16·5	72	Spur	9	55
9. „	197·5	80	16·5	79	0	11	165
16. „	197·5	80	16·5	74·5	Spur	11·8	160
23. „	207·5	90	16·5	71·1	0	15·4	136
30. „	202·5	85	16	65·2	0	13·1	300

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 7. Leitungswasser aus *SW.* Friedrichsstrasse 41/42.							
1885 2. Juni	187·5	75	15·1	89·2	0	13·2	15
9. „	190	87·5	15·1	63·5	0	14·3	90
16. „	189	82·5	16·8	71·7	0	12·3	66
23. „	200	83	16·8	74·9	Spur	11·5	634
30. „	190	80·5	17·7	66·3	0	11·1	160
7. Juli	190	82·5	15·9	62·4	0	11·1	103
14. „	170	72·5	16·8	58·5	0	13·7	180
21. „	175	72·5	15·1	57·6	0	13·5	240
28. „	177·5	67·5	15·9	53·4	0	13·4	156
4. August	175	65	15·1	57·6	0	13·4	141
11. „	172·5	70	15·9	53·4	0	14	132
18. „	180	72·5	15·9	50·9	0	13·1	149
25. „	180	72·5	15·9	55	0	17·9	164
1. September	172·5	72·5	15·9	60	0	13·1	136
8. „	177·5	70	15·9	51·4	0	13·6	150
15. „	180·5	75	15·9	51·4	0	12·1	139
22. „	170	70	26·6	53·1	0	10·2	85
29. „	180	80	16·3	78·9	0	8·9	98
1885 6. October	180	77·9	16·3	42·9	0	11·3	79
13. „	185	78·5	16·3	55·3	0	11·3	67
20. „	182	77	16	49·7	0	11	78
27. „	182·5	67·5	16	67·8	ganz schwache Spur	10·7	47
3. November	187.5	80	15·8	56·9	geringe Spur	16·4	76
10. „	185	65	14·2	65·3	0	13	38
17. „	170	70	16	62·9	Spur	16·6	8
24. „	170	50	16	58·1	0	13·8	29
1. December	182·5	65	16	45	Spur	15·7	9
8. „	187·5	70	16	56·3	Spur	13·3	350
15. „	192·5	65	24·9	56·3	Spur	15·3	200
22. „	197·5	72·5	16·3	62	Spur	7·8	390
29. „	187·5	75	16·3	62	Spur	11·7	300
1886 5. Januar	187·5	62·5	18·1	75·1	Spur	13·5	75
12. „	192·5	75	16·3	72·7	Spur	10·8	18
19. „	187·5	70	18·1	65·3	Spur	11·1	190
26. „	200	82·5	21·7	66·1	Spur	12·2	107
2. Februar	197·5	87·5	17·8	62	Spur	14·7	107
9. „	195	77·5	17·8	74·4	0	12·3	6
16. „	192·5	80	17·8	69·4	0	10·3	22
23. „	195	75	17·8	76·3	0	11·8	92
2. März	197·5	77·5	16·5	76·3	Spur	8·2	36
9. „	197·5	80	16·5	70·2	0	10·4	163
16. „	200	72·5	16·5	57·4	Spur	11·6	120
23. „	202·5	90	16·5	66·8	0	11·9	130
30. „	197·5	80	16	65·2	0	12·6	310

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 cem Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 8. Leitungswasser aus *SO.* Schmidstrasse 16.							
1885 2. Juni	185	72·5	17·7	78·7	0	16·6	42
9. „	195	81	18·6	59·2	0	14·6	109
16. „	186·5	79·5	17·7	67·2	0	12·8	42
23. „	205	83·5	17·7	70·2	0	11·2	50
30. „	211	81	23·1	62·4	0	15·2	51
7. Juli	207·5	80	19·5	70·2	0	15.4	49
14. „	197·5	81	18·6	62·4	0	13·9	80
21. „	200	80	20·4	61·8	0	13·6	368
28. „	207·5	82·5	20·4	66·1	0	13·7	63
4. August	207·5	80	19·5	66·1	0	16·1	53
11. „	205	82·5	20·4	66·1	0	15·2	36
18. „	207·5	77·5	19·5	59·2	0	12·8	125
25. „	206	77·5	20·4	59·2	0	12·8	37
1. September	207·5	77·5	19·5	68·5	0	14·2	124
8. „	205	77·5	21·3	60	0	13·9	83
15. „	195	75	20·4	55·7	0	12·4	67
22. „	197·5	73	28·9	57·4	0	8·5	198
29. „	217·5	100	30·8	53·1	0	11·1	63
1885 6. October	210	97·5	30·8	47·1	0	7·8	104
13. „	192·5	92·5	27·2	30·4	0	8·6	62
20. „	209	84	32	67·8	0	9·3	18
27. „	207·5	75	30·2	67·8	ganz schwache Spur	8·3	31
3. November	205	75	26·4	56·9	geringe Spur	16·4	96
10. „	197·5	65	21·3	65·3	0	11·6	126
17. „	192·5	72·5	26·6	62·9	0	15·9	63
24. „	197·5	80	24·9	58·1	0	13	580
1. December	197·5	67·5	23·1	53·1	Spur	13·5	349
8. „	197·5	70	24·9	56·3	Spur	13·3	700
15. „	185	72·5	24·9	63·4	Spur	15·3	245
22. „	205	67·5	23·5	52	Spur	7·8	160
29. „	210	75	23·5	62	Spur	8·6	56
1886 5. Januar	192·5	80	22·6	70·3	Spur	10·4	74
12. „	192·5	70	21·7	72·7	Spur	10	145
19. „	197·5	75	23·5	52·8	Spur	11·6	35
26. „	202·5	75	21·7	57·9	Spur	15	236
2. Februar	205	82·5	21·3	57·9	Spur	16·1	260
9. „	207·5	80	23·1	66·1	0	10·9	143
16. „	197·5	80	21·3	60·7	Spur	13·8	80
23. „	195	75	21·3	63·4	Spur	13·5	22
2. März	197·5	75	22·3	76·3	Spur	9·8	20
9. „	197·5	77·5	20·1	79	Spur	12·1	105
16. „	200	85	20·1	79	Spur	12·7	750
23. „	207·5	90	20·1	49·8	0	11·6	130
30. „	195	82·5	19·5	69·4	0	13·1	1600

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 9. Leitungswasser aus *N.* Friedrichstrasse 126.							
1885 2. Juni	190	80	15·9	87·1	0	12·7	19
9. „	190	80	15·9	71·9	0	12·9	154
16. „	182	79	15·9	69·7	0	12·3	132
23. „	195	80·5	15·9	58·5	0	10·7	145
30. „	207·5	82·5	18·6	66·3	0	11·4	151
7. Juli	192·5	79	15·9	62·4	0	10·8	157
14. „	170	70	15·9	58·5	0	13·2	150
21. „	170	70	15·9	57·6	0	13·1	107
28. „	177·5	70·5	15·9	57·6	0	12·8	85
4. August	178·5	71	15·9	53·4	0	13·1	96
11. „	176	67·5	15·1	57·6	0	13·4	90
18. „	175	70·9	15·9	55	0	12·8	113
25. „	175	70	15·1	59·2	0	13·9	96
1. September	180	77·5	15·9	60	0	13·4	62
8. „	172·5	72·5	15·9	55·7	0	13·3	verunglückt
15. „	182·5	72·5	15·9	51·4	0	12·8	275
22. „	178·5	75	24·8	57·4	0	10·8	128
29. „	177·5	77·5	16·3	61·7	0	10·8	74
1885 6. October	190·5	87	16·3	51·2	0	13	95
13. „	183·5	87·5	16·3	67·5	0	12·2	75
20. „	182·5	80	16	63·7	0	10·4	28
27. „	190	87·5	16	63·7	Ganz schwache Spur	9·9	39
3. November	182·5	60	15·8	56·9	Geringe Spur	16·9	91
10. „	192·5	70	14·2	77·7	0	14	34
17. „	177·5	77·5	16	62·9	Spur	17·5	53
24. „	182·5	82·5	16	58·1	0	13·5	18
1. December	187·5	70	16	53·1	Spur	15·1	4
8. „	187·5	65	16	56·3	Spur	13·3	244
15. „	195	57·5	16	59	Spur	16·9	2880
22. „	195	67·5	16·3	62	Spur	9·7	356
29. „	195	77·5	16·3	62	Spur	10·7	131
1886 5. Januar	190	70	22·6	75·1	Spur	11·1	45
12. „	182·5	70	16·3	76·3	Spur	10·8	21
19. „	185	75	18·1	65·3	Spur	10·5	63
26. „	190	77·5	17·8	62	Spur	12·2	130
2. Februar	190	82·5	17·8	62	Spur	13·3	70
9. „	187·5	75	17·8	70·3	0	11·2	31
16. „	185	80	17·8	60·7	0	10·6	103
23. „	195	75	17·8	72	0	12·1	40
2. März	200	82·5	16·5	76·3	Spur	8·5	26
9. „	200	87·5	16·5	76	0	11	266
16. „	195	85	16·5	66	Spur	11·6	125
23. „	197·5	90	16·5	71·1	0	12·5	50
30. „	192·5	90	16	69·4	0	12	200

Tag der Untersuchung	Rückstand	Glühverlust	Chlor	Kalk	Ammoniak	Oxydirbarkeit ($KMnO_4$)	Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Milligramm im Liter Wasser						
Nr. 10. Leitungswasser aus *C.* Weinmeisterstrasse 15.							
1885 2. Juni	172·5	72·5	18·6	87·1	0	15·5	48
9. „	197·5	85	19·5	63·5	0	14·9	90
16. „	187·5	78·5	18·6	64·1	0	13·1	115
23. „	198·5	79·5	15·9	70·2	0	10·9	84
30. „	205	81	22·2	70·2	0	14·2	83
7. Juli	197·5	83	17·7	66·3	0	14·4	40
14. „	195	80	18·6	62·4	0	13	75
21. „	195	77·5	19·5	61·8	0	13·6	810
28. „	210	82·5	21·3	61·8	0	14	86
4. August	208·5	80	19·5	61·8	0	15·6	75
11. „	205	80	21·3	66·1	0	15·8	300
18. „	216	82·5	20·4	59·2	0	14·6	140
25. „	205	77·5	19·5	63·5	0	11·8	59
1885 1. September	207·5	75	19·5	64·3	0	14·5	150
8. „	202·5	80	20·4	60	Spur	13·9	85
15. „	210	77·5	21·3	55·7	0	13·3	134
22. „	205	92·5	28·9	57·4	0	11·1	306
29. „	203	96·5	26·8	48·8	0	8·5	87
6. October	205	85	29	47·1	0	7·3	29
13. „	210	97·5	30·8	51·2	0	8·9	32
20. „	212·5	88·5	32	71·9	0	9	41
27. „	210	87·5	19·5	67·8	ganz schwache Spur	9·1	112
3. November	192·5	67·5	26·4	61·1	geringe Spur	13·9	131
10. „	187·5	65	21·3	76·4	0	14·6	62
17. „	177·5	77·5	26·6	62·9	Spur	14·8	151
24. „	192·5	77·5	24·9	58·1	0	12·7	540
1. December	187·5	70	23·1	53·1	Spur	13·5	267
8. „	182·5	62·5	24·9	56·3	Spur	14·2	300
15. „	205	70	24·9	59	Spur	15·3	155
22. „	197·5	80	23·5	52	Spur	7·8	40
29. „	200	72·5	23·5	52	Spur	7·8	56
1886 5. Januar	192·5	70	19·9	70·3	Spur	10·7	40
12. „	200	75	23·5	80·8	Spur	10	150
19. „	197·5	75	23·5	52·8	Spur	10·5	474
26. „	200	75	21·7	57·9	Spur	15	200
2. Februar	192·5	75	21·3	49·6	Spur	16·1	250
9. „	220	85	23·1	66·1	0	11·4	164
16. „	200	72·5	21·3	69·4	Spur	13·8	50
23. „	195	75	21·3	72	0	12·3	18
2. März	200	75	22·3	76·3	Spur	9·8	58
9. „	200	80	18·3	79	Spur	12·4	42
16. „	200	72·5	20·1	66	Spur	12·7	570
23. „	217·5	90	20·1	66·8	0	11·6	200
30. „	190	75	19·5	65·2	0	12	1100

II. Die Ergebnisse der chemischen und physikalischen Untersuchung.

Was die Beschaffenheit zunächst des unfiltrirten Spree- und Seewassers anbetrifft, wie sich dieselbe den Ergebnissen der chemischen Analyse vom 2. Juni 1885 bis 1. April 1886 zu Folge darstellt, so kann man sagen, dass jene im Grossen und Ganzen die gleiche wie in der Zeit vom 1. Juli 1884 bis 1. April 1885[1] geblieben ist. Die Schwankungen hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung sowohl des Spree-, als auch des Seewassers in unfiltrirtem Zustande waren verhältnissmässig sehr geringe. Nur ein einziges Mal (am 30. Mai 1886) wurde bei dem Wasser aus dem Tegeler See eine bedeutende Verminderung der bei der quantitativen Untersuchung gewöhnlich bestimmten Bestandtheile wahrgenommen. An diesem Tage war zurückgegangen:

der Rückstand	von durchschnittlich	185	mgrm	auf	77·5	mgrm,
der Glühverlust	„	„	80	„	„	40·0	„
das Chlor	„	„	16	„	„	5·3	„
der Kalk	„	„	70	„	„	26·9	„
die Oxydirbarkeit	„	„	13	„	„	5	„

Das filtrirte Seewasser hat an dem nämlichen Tage keine bemerkenswerthe Aenderung gezeigt. — Eine ähnliche Erscheinung bot das nämliche Wasser am 10. und 24. Februar 1885 dar, wie aus dem Bericht des Kaiserlichen Gesundheits-Amtes[2] ersichtlich ist. Dieselbe konnte seitens dieser Behörde nicht mit genügender Sicherheit aufgeklärt werden. Wie neuere Nachforschungen darthaten, hängt diese abweichende Beschaffenheit des Wassers mit dem starken Eisgang auf dem Tegeler See zusammen. Das Eis schmolz an diesem Tage stark und es war vermuthlich viel Schmelzwasser (Eiswasser) in der geschöpften Probe. Aehnliche Verhältnisse haben, nach einer mündlichen Mittheilung des Betriebs-Ingenieurs Herrn Anklamm zu Tegel auch am 10. und 24. Februar 1885 obgewaltet.

Bei einem Vergleich der chemischen Zusammensetzung des unfiltrirten Spreewassers mit dem unfiltrirten Tegeler Seewasser findet man die schon früher gemachten Beobachtungen wieder bestätigt, dass das Flusswasser reicher an Chloriden und oxydirbaren Substanzen ist, als das Tegeler Wasser. Besonders der Unterschied im Chlorgehalte tritt so typisch hervor, dass man aus demselben, da er durch die Filtration nicht verändert wird, bei den in der Stadt entnommenen Wasserproben sofort erkennen kann, ob filtrirtes

[1] Wolffhügel, *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte.* A. a. O.
[2] Wolffhügel. *Ebenda.* Bd. I. 14.

Spree- oder Seewasser vorliegt. Während das Spreewasser in seinem Chlorgehalte zwischen 19·8 mitunter bis 30·0 mgrm pro Liter schwankt, enthält das Tegeler Seewasser durchschnittlich 16·8 mgrm (15·9 bis höchstens 18 mgrm) Chlor. Nur ein einziges Mal wurde die letztere Zahl überschritten.

Für die Rückstandsmenge, den Glühverlust und den Kalk kann, übereinstimmend mit den im Kaiserlichen Gesundheitsamte gemachten Beobachtungen, ein solch typisches Verhalten der einzelnen Wasser-Bezugsquellen nicht gefunden werden.

Besonders hervorgehoben sei, dass das Spreewasser an manchen Entnahmetagen einen ganz bedeutenden Gehalt von Ammoniak enthielt, so z. B.:

am	13. October	1885	2·5 mgrm,	
„	2. Februar	1886	0·8 „	
„	9. März	1886	1·25 „	und
„	23. „	1886 sogar	12·5 „	„
„	30. „	1886	10·0 „	

während im October 1884 der höchste Gehalt an Ammoniak 0·1 mgrm, im Februar 1885 0·16 mgrm betrug, und im März 1885 nur Spuren aufzufinden waren. Das unfiltrirte Tegeler Seewasser enthielt meistens nur Spuren und höchst selten bestimmbare Mengen von Ammoniak; der höchste, nur einmal beobachtete Ammoniakgehalt fand sich am 9. März 1886 und betrug 0·6 mgrm i. l. Die Ursache für die oben angeführten, auffallend hohen Ammoniakmengen im unfiltrirten Spreewasser konnte nicht ermittelt werden.

Weder im unfiltrirten Spreewasser, noch im unfiltrirten Wasser des Tegeler Sees waren Nitrite, Sulfide und freier Schwefelwasserstoff nachweisbar; Nitrate waren selten und dann nur in Spuren vorhanden. Die Eisenmengen, sowie der Gehalt an Sulfaten war, nach dem Ausfall der qualitativen Reaction zu urtheilen, ein sehr geringer.

Bezüglich der äusseren Eigenschaften ist Folgendes zu resumiren: Die Farbe des unfiltrirten Spreewassers war gelblich, die des Wassers aus dem Tegeler See bald gelblich, bald nur schwach gelblich; beide Wässer waren trübe, enthielten bald mehr, bald weniger suspendirte Bestandtheile und rochen und schmeckten mehr oder weniger modrig; der modrige Geruch und Geschmack war mitunter erst beim Erwärmen der Wasser auf ca. 40° bemerkbar. Beim Stehen bildeten sich in denselben bald stärkere, bald nur schwache Bodensätze.

Wie die Resultate der Untersuchung der Wässer nach ihrer Filtration erwiesen, übte die letztere in erster Linie und hauptsächlich auf die äusseren Eigenschaften des Wassers einen günstigen Einfluss aus, ein Umstand, welcher auch von Wolffhügel im Berichte des Kaiser-

lichen Gesundheits-Amtes[1] betont wird. Die filtrirten Wässer — sowohl die aus den Reinwasserbehältern der Stralauer und Tegeler Werke und aus dem Charlottenburger Sammelbehälter, als auch die in der Stadt an den bezeichneten fünf Stellen entnommenen Proben — erwiesen sich als klar, nur schwach gelblich gefärbt, ohne modrigen Geruch und Geschmack und nur in vereinzelten Fällen waren geringe Bodensätze zu constatiren.

In der chemischen Beschaffenheit wurde durch die Filtration im Gehalt an Rückstand, Chloriden und Kalk gegenüber den nicht filtrirten Wässern nur wenig geändert. Dagegen fand nach der Filtration fast regelmässig eine Verminderung des Glühverlustes, der Oxydirbarkeit und des Ammoniakgehaltes statt; in Bezug auf den letzteren trat dieselbe selbst dann hervor, wenn das unfiltrirte Wasser auffallend hohe Mengen von Ammoniak aufwies. So z. B. war das filtrirte Spreewasser und das Wasser von denjenigen Entnahmestellen, welche anscheinend ausschliesslich vom Stralauer Werke versorgt werden, d. i. das Wasser aus der Schmid- und Weinmeisterstrasse (Nr. 8 und 10) am 13. October 1885 frei von Ammoniak, während das unfiltrirte Wasser an demselben Tage 2·5 ^{mgrm} Ammoniak enthielt; am 9. März 1886, an welchem Tage dasselbe Wasser 1·25 ^{mgrm}, am 23. und 30. desselben Monats, an welchen Tagen 1·25, bezw. 10 ^{mgrm} Ammoniak i. l. nachzuweisen waren, wurden in den filtrirten Wasserproben nur Spuren davon, in den aus den Entnahmestellen No. 8 und 10 stammenden Proben an den letztgenannten Tagen sogar gar kein Ammoniak aufgefunden. Nur am 2. Februar enthielt das filtrirte, aus dem Reinwasserbehälter entnommene Spreewasser eben so viel Ammoniak, als das unfiltrirte, nämlich 0·8 ^{mgrm} i. l., dagegen waren alle übrigen filtrirten Wässer, selbst die beiden genannten (aus der Schmid- und Weinmeisterstrasse), nur mit Spuren von Ammoniak behaftet.

Das Wasser des Charlottenburger Sammelbehälters, welcher von den Tegeler Werken versorgt wird, zeigte mitunter in seinen äusseren Eigenschaften im Vergleich mit dem filtrirten Tegeler Wasser Unterschiede, welche darauf hindeuteten, dass das Wasser entweder bei seinem Laufe von Tegel nach Charlottenburg oder aber im Sammelbehälter selbst Verunreinigungen aufgenommen habe. Das dem Charlottenburger Sammelbehälter entstammende Wasser war nämlich einige Male trübe, enthielt häufig suspendirte Bestandtheile meist vegetabilischen Ursprungs, vielfach auch mit blossem Auge sichtbare kleine Süsswasserbewohner (Daphnia pulex, Anguillula, Wasserpolypen u. dergl. m.); die aus dem Reinwasserbehälter der Tegeler Werke zur Unter-

[1] *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte.* Bd. I. 14.

Uebersicht über die Temperatur des Wassers bei der Entnahme in ° Celsius.

Tag der Untersuchung		Stralauer Werke		Tegeler Werke			Entnahmestellen in der Stadt				
		Spreewasser		Wasser des Sees		Hochreservoir in Charlottenburg	Wilhelmstr. 75 *W.*	Friedrichstr. 41/42 *SW.*	Schmidstr. 16 *SO.*	Friedrichstr. 126 *N.*	Weinmeisterstr. 15 *C.*
		unfiltrirt	filtrirt	unfiltrirt	filtrirt						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1885	2. Juni	13	13·6	15·1	16·5	17·3	15·5	14·4	15·1	16	14·7
	9. „	21	21·3	23·4	21·6	20·4	18·1	18	17·5	18	19·2
	16. „	22	21·9	20·8	21·8	20·1	18·5	19	19·5	18·7	20·2
	24. „	18·7	19	18·6	18·8	18·9	18·5	18·4	17·9	18	18·3
	30. „	23·7	24	23	22·3	24·6	20·5	20·6	20·2	19·5	23
	7. Juli	21	21·4	21	21·3	21·3	20·1	19·8	19·5	18·7	18·2
	14. „	24	23·6	24·2	24·2	23·7	21·5	20·8	20·9	20·7	21·5
	21. „	22	21·5	22·5	23·5	23	21·2	20	20·5	19·6	20·8
	28. „	18·5	18	19·7	20·8	20·4	19·4	18·8	18·6	19·4	18·4
	4. August	18	17·5	19·4	19·9	20	19·2	18·6	18·7	18·8	18·2
	11. „	19	18·5	19·2	19·1	19·9	19·6	19·5	19	19·8	19·5
	18. „	16	15·5	17	18	18·5	18·6	18·2	18	17·5	13·6
	25. „	15	14·5	16	16·5	16·7	16·7	16·5	16·1	16·8	16
	1. September	15	14	15	16·5	16·6	16·4	16·5	16·2	16	16·4
	8. „	16·6	16	16·2	16·5	16·3	16·3	16·1	16·3	16·5	16·5
	15. „	15	14·5	15·4	16	15·5	15·6	15·8	15·2	16	15·5
	22. „	18	14·5	15·7	16·5	15·8	16·5	16·7	16·7	16·7	17
	29. „	12	11·2	14·3	14·8	15·1	15	14·8	15	15	14·2
	6. October	12·3	14·5	12·8	11·5	13·8	13·9	13·8	14	14·1	14·2
	13. „	11·2	10·6	11·7	12·4	12·3	12·8	12·6	12·5	11·8	11·7
	20. „	11·2	10·5	11	11·5	11·8	12·3	12·2	12·2	12·4	12·5
	27. „	8·8	9·2	9·4	10·6	10·5	11·2	11·2	10·8	11·6	10·2
	3. November	5·5	6·7	7·9	8·7	8·8	9·7	9·5	9·5	9·8	9·1
	10. „	4	6·5	7	8	8·1	9	8·7	8·9	9·7	8·4
	17. „	2	4	5·2	6	6·6	7·8	7·9	7	8·3	8·5
	24. „	2·2	3	4·2	4·7	4·8	6·2	6·4	5·8	6·3	6·5
	1. December	3·5	3	3·6	4·7	4	5·7	5·8	5·8	7·4	6·3
	8. „	1	1·5	2·1	3·1	3·9	5·6	7·0	5·6	6·1	6·2
	15. „	1	1·5	1·5	2·4	2·2	4·2	4	4·4	5·9	5·4
	22. „	0·5	1·5	1·5	2·2	2·3	4	5·5	4·2	5·9	5·2
	29. „	1	1·5	2·2	2·5	2·3	4	4	4·8	6·3	6
1886	5. Januar	1·5	2	2·5	2·7	2·7	3·8	3·4	4·9	5·5	5·5
	12. „	1	1·5	1·1	1·9	2	3·6	4·8	3·6	4·3	6·0
	19. „	0·5	1	1·0	2·5	2·1	3·4	4·2	3·8	4·1	4·3
	26. „	0·5	1	0·7	2·6	2·2	3·5	4·6	3·8	4·5	5·6
	2. Februar	0·5	1	0·8	3	2·2	3·4	3·1	3·5	4	3·3
	9. „	0·5	1	0·8	2·7	2·3	3·2	4·5	5·7	4	5
	16. „	0·5	1	0·6	3	2·3	3·2	3·8	3·4	4	5
	23. „	0·5	1	0·9	2·6	2·3	3	4·1	3·4	4·4	4·4
	2. März	0·5	0·5	0·6	3	2·2	3·1	3·3	3·1	4·9	4·9
	9. „	1	1·3	0·5	3	2·6	2·8	2·2	3	3·5	4·3
	16. „	1	1·5	0·8	3·3	2·7	2·8	2·2	3	2·7	4·5
	23. „	1	1·5	4·9	6·5	2·7	2·9	2·4	3·1	4	4·3
	30. „	2	3	4·9	6·5	2·7	2·9	2·4	3·1	4	4·2

suchung eingesandten Proben dagegen waren stets frei davon. — Viele Beobachtungen sprechen dafür, dass das Wasser diese mitunter ungünstige Veränderung in den äusseren Eigenschaften, welche auch seitens des Kaiserlichen Gesundheitsmtes constatirt wurde, erst im Reinwasserbehälter erfährt, wie dies weiter unten noch erörtert werden wird. Im Rohrnetz, welches nach der Stadt führt, verliert das Wasser die erwähnte ungünstige Beschaffenheit, denn die in der Stadt entnommenen fünf Wasserproben erwiesen sich stets frei von den im Wasser der Charlottenburger Behälter beobachteten Verunreinigungen.

In allen fltrirten Wässern waren niemals Nitrate, Nitrite und Schwefelwasserstoff nachweisbar; Eisen und Sulfate fanden sich nur in Spuren vor.

Betreffs der Temperatur der verschiedenen Wasserproben vergleiche die vorstehende Uebersicht.

III. Die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung.

Die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung sind in der nachfolgenden Tabelle nochmals für sich in der Weise übersichtlich zusammengestellt, dass die horizontalen Spalten den verschiedenen Jahreswochen, die verticalen Spalten den einzelnen Entnahmestellen entsprechen.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass während des Beobachtungszeitraums die Leistungen sowohl der Stralauer als auch der Tegeler Wasserwerke und ebenso die Beschaffenheit des Leitungswassers in der Stadt durchweg den Anforderungen entsprachen. Die vorgekommenen und sogleich genauer zu besprechenden Unregelmässigkeiten treten dabei ohne Weiteres deutlich hervor.

Tabelle über den Gehalt an Mikroorganismen in 1 ccm Wasser.

NB. Die Ueberschreitung des Grenzwerthes (300) ist bei den filtrirten Wässern durch ein Kreuz (†) bezeichnet.

Tag der Untersuchung	Stralauer Werke		Tegeler Werke			Entnahmestellen in der Stadt				
	Spreewasser		Wasser des Sees		Hochreservoir in Charlottenburg	Wilhelmstr. 75 *W.*	Friedrichstr. 41/42 *SW.*	Schmidstr. 16 *SO.*	Friedrichstr. 126 *N.*	Weinmeisterstr. 15 *C.*
	unfiltrirt	filtrirt	unfiltrirt	filtrirt						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1885 2. Juni	5475	42	118	16	41	21	15	42	19	48
9. „	7980	22	117	39	53	116	90	109	154	90
16. „	6100	33	115	76	41	130	66	42	132	115
23. „	6100	41	1325	194	104	128	634†	50	145	84
30. „	4400	53	880	44	71	121	160	51	151	63
7. Juli	3500	28	verunglückt	42	130	60	103	48	157	40
14. „	7200	200	1896	120	152	120	180	80	150	75
21. „	110740	1656†	13220	49	90	136	240	368†	107	810†
28. „	2640	54	1500	48	31680†	151	156	63	85	86
4. August	2310	70	900	28	209	95	141	53	96	75
11. „	3600	65	1100	434†	135	131	132	36	90	300
18. „	1800	36	179	50	70	300	149	125	113	140
25. „	11900	26	4410	21	40	180	164	37	96	59
1. Septbr.	3360	184	600	17	95	77	136	124	62	150
8. „	960	1000†	1220	100	250	180	150	83	verunglückt	85
15. „	4500	44	158	56	106	154	139	67	275	134
22. „	9200	44	130	55	81	97	85	198	128	306†
29. „	1120	30	111	31	82	76	98	63	74	87
1885 6. October	3192	36	160	24	158	116	79	104	95	29
13. „	1204	25	519	29	90	125	67	62	75	32
20. „	2178	36	174	18	720†	131	78	18	28	41
27. „	4840	24	173	10	54	129	47	31	39	112
3. Nov.	8500	80	128	82	100	340†	76	96	91	131
10. „	2520	42	250	32	120	284	38	126	34	62
17. „	6000	52	60	51	150	50	8	63	53	151
24. „	31500	167	251	78	66	90	29	580†	18	540†
1. Dec.	9000	117	65	10	19	62	9	349†	4	267
8. „	2700	220	440	210	350†	96	350†	700†	244	300
15. „	5880	180	1290	1500†	5000†	290	200	245	2880†	155
22. „	5600	34	86	260	350†	320†	390†	160	356†	40
29. „	4000	20	149	110	950†	196	300	56	131	56
1886 5. Januar	4500	95	80	38	205	81	75	74	45	40
12. „	1400	40	170	12	42	43	18	145	21	150
19. „	1100	94	92	36	370†	200	190	35	63	474†
26. „	29000	100	54	60	502†	127	107	236	130	200
2. Februar	20000	80	13600	24	98	173	107	260	70	250
9. „	5900	7	15	6	65	36	6	143	31	164
16. „	1250	10	30	2	75	26	22	80	103	50
23. „	1280	8	14	8	225	42	92	22	40	18
2. März	1010	8	57	3	110	55	36	20	26	58
9. „	3680	112	225	19	475†	165	163	105	266	42
16. „	14400	210	440	70	960†	160	120	750†	125	570†
23. „	32700	145	16500	66	1870†	136	130	130	50	200
30. „	100000	2300†	50000	104	8800†	300	310†	1600†	200	1100†

1. Beschaffenheit des Wassers **vor der Filtration**; Vergleich des **Spreewassers** mit dem **Wasser des Tegeler Sees.**

Das Spreewasser erwies sich constant und sehr erheblich stärker mit organischen Keimen verunreinigt, als das Wasser des Tegeler Sees. Dabei waren die Schwankungen in seinem Keimgehalte sehr beträchtliche, von 960 (am 8. September) bis 110 000 und 100 000 (am 21. Juli und 30. März). Auch innerhalb eines und desselben Monats waren Schwankungen um das fünf- bis zehnfache nichts Seltenes. Eine bestimmte Beziehung zur Temperatur und zur Jahreszeit liess sich nicht erkennen, da beispielsweise die Zahlen des Monats Juni von denen des December, diejenigen des September von denen des Februar nicht wesentlich verschieden sind. Grösseren Einfluss dürften Differenzen im Wasserstande und in der Stromgeschwindigkeit, wie auf die Klarheit resp. Trübung, so auch auf den Bacteriengehalt eines Flusswassers ausüben. Gegen das Vorjahr war die Zahl der Bacterien durchweg, und speciell in den Wintermonaten, erheblich vermehrt. Die starke Verunreinigung der Spree an der jetzigen Entnahmestelle der Stralauer Wasserwerke, welche unter Anderem auch in den hohen Zahlen der Mikroorganismen sich wiederspiegelt, lässt eine Verlegung der Entnahmestelle nach einer vor Verunreinigungen besser geschützten Stelle der Oberspree, namentlich im Hinblick auf die Möglichkeit eines zeitweisen Versagens der Filteranlagen — z. B. am Ende eines harten, langdauernden Winters, oder im Hochsommer, bei plötzlicher starker Zunahme des Verbrauchs — als ein dringendes Bedürfniss erscheinen.

Das Wasser des Tegeler Sees zeichnete sich, namentlich von Mitte September bis Mitte März, durch einen geringen Keimgehalt aus. Das verhältnissmässig ruhige Havel-Becken giebt offenbar den im Wasser suspendirten Bestandtheilen, zu denen ja auch die Mikroorganismen gehören, hinreichende Gelegenheit zu Boden zu sinken und bildet so gleichsam ein grosses Klär-Bassin. Nur vorübergehend, und zwar Anfang Juli und Ende März, machte sich eine starke Zunahme der Keime bemerkbar, welche vermuthlich im ersteren Falle auf die einer Vermehrung der Bacterien besonders günstige Jahreszeit, im letzteren Falle auf den starken Eisgang des Tegeler Sees zurückzuführen sein dürfte.

2. Beschaffenheit des Wassers **nach der Filtration**; Leistungen der **Filterwerke.**

Ein Vergleich des Keimgehaltes des Wassers vor und nach der Filtration (Spalte 1 und 2 Stralau, Spalte 3 und 4 Tegel) lässt erkennen,

dass die Beschaffenheit des durch Filtration gereinigten Wassers durchweg eine gute war, sowohl bei den Stralauer als bei den Tegeler Werken. Den starken Schwankungen im Bacteriengehalte des unfiltrirten Wassers, namentlich des Spreewassers, entsprechen keineswegs ähnliche Schwankungen in der Beschaffenheit des Filtrats, und der oft sehr beträchtliche Unterschied, welcher zwischen dem unfiltrirten Stralauer und Tegeler Wasser besteht, ist nach der Filtration, wie ein Vergleich der Spalten 2 und 4 unmittelbar ergiebt, nicht mehr zu constatiren. Es muss demnach anerkannt werden, dass beide Filterwerke während des Berichtszeitraums in normaler Weise functionirt haben.

Störungen in der Wirksamkeit der Filter haben sich bei 88 Einzel-Untersuchungen im Ganzen fünfmal, und zwar in Stralau an drei, in Tegel an zwei Untersuchungstagen durch plötzliches Auftreten zahlreicher Mikroorganismen in dem filtrirten Wasser bemerkbar gemacht. Nach Angaben der Herren Betriebs-Ingenieure Piefke und Anclamm war ein Grund für diese auffallenden, übrigens jedesmal schnell vorüber gehenden Befunde in Gestalt einer unvermeidlichen Betriebsstörung in jedem einzelnen Falle nachzuweisen.

In Stralau stieg am 21. Juli der Keimgehalt des gereinigten Wassers plötzlich von 200 auf 1656, und zwei Monate später, am 8. September, ebenso von 184 auf 1000 pro Cubikcentimeter. Indess in beiden Fällen war schon am nächstfolgenden Untersuchungstage, am 28. Juli resp. 15. September, die Zahl der Organismen wieder auf die normale Höhe von 54 bezw. 44 zurückgegangen. Ein drittes Mal wiederholte sich derselbe Vorgang am 30. März. Zwei Mal, in dem zuletzt erwähnten und im ersten Falle, traf die mangelhafte Beschaffenheit des Filtrats mit einer besonders starken Verunreinigung des Spreewassers (100000 und mehr Keime pro ccm) zusammen, einmal, am 8. September, im Gegentheil mit einer auffallend geringen Verunreinigung, sodass an diesem Tage das Wasser nach der Filtration mehr Keime enthielt (1000) als das unfiltrirte Wasser der Spree (960).

Zu diesen Befunden giebt Herr Piefke nachfolgende Erläuterung:

„Das plötzliche und schnell vorübergehende Auftauchen zahlreicher Mikroorganismen im Leitungswasser erklärt sich aus dem Umstand, dass kurz vor den durch diese Erscheinung gekennzeichneten Tagen (21. Juli, 8. September) ein mit frischer Sandfüllung versehenes Filter in Betrieb genommen worden war. Die bacteriologischen Beobachtungen, welche inzwischen auf dem Werke selbst angestellt worden sind, haben dargethan, dass frisch gewaschener Sand erst nach längerer Zeit (10 bis

14 Tagen) genügend keimfreies Wasser liefert, und dass es also nothwendig ist, auf die Verwerthung des ersten Filtrates zu verzichten. Die ungeheuren Ansprüche, denen das Filterwerk im Sommer 1885 zu genügen hatte, machten jedoch eine solche Vorsichtsmaassregel unmöglich, auch fehlte es vor der fortlaufenden Anwendung der bacteriologischen Untersuchungsmethoden im Betriebe selbst an klarer Einsicht über diesen Punkt. Nachdem dieselbe aber gewonnen, wird gerade die Spülung der Filter nach jeder kürzeren oder längeren Betriebspause mit besonderer Sorgfalt gehandhabt.

Der hohe Befund am 30. März 1886 ging aus der Bedrängniss hervor, in welche das Filterwerk durch den endlosen und harten Winter versetzt worden war. Die offenen Filter hatten sich sämmtlich todt gearbeitet, blieben aber wegen einer Eisdecke von 0,45 m Dicke unzugänglich und konnten nicht gereinigt werden. Die active Filterfläche hatte sich unter diesen Umständen bis auf weniger als 9000 qm vermindert und das leider zu einer Zeit, wo das Wasser der Spree eine recht ungünstige Beschaffenheit hatte und eine besonders sorgfältige Filtration nothwendig gewesen wäre."

In Tegel wurden am 15. December, nachdem das unfiltrirte Wasser daselbst seit Monaten nur einige hundert, speciell an diesem Tage 1290 Organismen im Cubikcentimeter enthalten hatte, nach der Filtration 1500 Keime constatirt. 8 resp. 14 Tage früher betrug diese Zahl 210 resp. 10, 8 resp. 14 Tage später 260 resp. 110. — In geringerem Maasse war dieselbe Erscheinung am 11. August beobachtet worden, an welchem Tage im filtrirten Tegeler Wasser 434 Organismen gegen 28 in der vorhergehenden und 50 in der folgenden Woche sich vorfanden.

In beiden Fällen hatte kurz vor der Untersuchung eine Betriebsstörung stattgefunden, über welche Herr Anclamm in nachstehender Weise berichtet:

„Am 10. August haben wir zwei Filter der neuen Anlage, welche periodisch bis zum 2. August im Betriebe waren, dann aber abgesperrt sind, mit der alten Anlage verbunden. Die Pumpe, an welcher am 11. August für die bacteriologische Untersuchung die Wasserprobe entnommen wurde, hat also theilweise Wasser enthalten, welches 8 Tage lang in den beiden Filtern und den zugehörigen Leitungen gestanden hat, und in dem also die Keime inzwischen zur Entwickelung und Vermehrung gekommen waren. Am 15. December früh haben wir die alte Anlage zum Zweck von Rohranschlüssen (auf der Strecke nach Charlottenburg) ausser Betrieb gesetzt. Bei derartigen Störungen in der Rohrleitung werden sich naturgemäss durch die grossen Schwankungen

der Wassersäule in den Rohren und Pumpen immer ältere Ablagerungen loslösen und dann von Einfluss auf den bacteriologischen Befund sein."

Das jedesmalige schnelle Verschwinden der vorgekommenen Unregelmässigkeiten dürfte die Anschauung der Betriebs-Ingenieure, wonach dieselben lediglich in den erwähnten unvermeidlichen Betriebsstörungen und nicht etwa in mangelhafter Anlage oder fehlerhaftem Betrieb der Filter ihren Grund gehabt haben, durchaus bestätigen.

3. Der Einfluss des **Hochbehälters in Charlottenburg.**

Es wurde bereits in einem früheren Theile dieses Berichtes bei Besprechung der physikalischen Eigenschaften erwähnt, dass das Hochreservoir in Charlottenburg zeitweise einen ungünstigen Einfluss auf die äussere Beschaffenheit des Wassers ausgeübt hat. Ein Gleiches muss hinsichtlich des Bacteriengehaltes constatirt werden, wie aus Spalte 5 der tabellarischen Uebersicht, und speciell aus einem Vergleich derselben mit Spalte 4 (filtrirtes Wasser von Tegel) hervorgeht. Es zeigt das Wasser des Hochreservoirs zu fünf verschiedenen Malen, zuerst vorübergehend am 28. Juli und 20. October, ferner in der Zeit vom 15. bis 29. December, sodann Ende Januar und endlich fast während des ganzen Monats März einen zum Theil sehr erheblich höheren Gehalt an Bacterien, als die in Tegel am Wasserwerk selbst geschöpfte Probe filtrirten Wassers.

Da eine Verunreinigung unterwegs, in den geschlossenen Leitungsröhren zwischen Tegel und Charlottenburg, auszuschliessen sein dürfte, so werden wir den Grund dieser Erscheinung in den Verhältnissen der Charlottenburger Wasserstation selbst zu suchen haben.

Dieselbe bildet bekanntlich einen Annex der Tegeler Werke, von denen sie das filtrirte Wasser durch eine eiserne Druckröhrenleitung erhält, und hat im Wesentlichen die doppelte Aufgabe, die Tegeler Druckpumpen durch die Abnahme eines erheblichen Theiles der Arbeit zu entlasten, ausserdem aber den Tegeler Filtern als Reservoir zu dienen und denselben ein continuirliches und vollkommen gleichmässiges Arbeiten dadurch zu ermöglichen, dass, entsprechend den erheblichen Verschiedenheiten des Wasserverbrauchs zu den verschiedenen Tagesstunden, die Charlottenburger Pumpen stündlich wechselnde Wassermengen aus ihren Reservoirs in die Stadt drücken, während die Speisung der Reservoirs von Tegel aus ununterbrochen und gleichmässig vor sich geht. — Für die Stralauer Werke fehlt es bekanntlich an einer derartigen, für den Filter

betrieb sehr zweckmässigen Regulirvorrichtung, da das dort vorhandene, 2000 cbm fassende Reinwasserreservoir bei einer Förderung von 20 bis 50,000 cbm täglich 10 bis 25 Mal seinen Inhalt wechselt, somit eigentlich nur als Saugekammer für die Pumpen dient. Die Arbeit der Filter kann daher in Stralau keine continuirliche und gleichmässige sein wie in Tegel, wird sich vielmehr den Schwankungen des Wasserverbrauchs in der Stadt anzupassen haben.

Die Station Charlottenburg besteht aus einem Pumpwerk nebst einem, als Stand- und Ueberlaufsrohr dienenden Wasserthurm und drei grossen, gemauerten und überwölbten Reservoirs von 4 m Höhe und je 11,500, 11,500 und 14,000, in Summa 37,000 cbm Raumgehalt. Da die tägliche Gesammtförderung sich auf 40 bis 60,000 cbm beläuft, so wird der Inhalt des Reservoirs durchschnittlich täglich ein- bis zweimal erneuert. In Folge des unregelmässigen Verbrauchs bei regelmässigem Zufluss findet ein beständiges Schwanken des Wasserspiegels statt. Die Pumpen arbeiten nach einem vorher festgestellten, für längere Zeit in Geltung bleibenden Plan, welcher das stündlich zu fördernde Wasserquantum bestimmt. Nach Mittheilung des Betriebsingenieurs Herrn Schaefer würden sich beispielsweise, unter Zugrundelegung einer täglichen Gesammtleistung von 50,000 cbm folgende Fördermengen für die einzelnen Tagesstunden ergeben, welchen die Schwankungen in dem Wasserstande des Reservoirs umgekehrt entsprechen:

Beispiel der stündlichen Wasserförderung der Station Charlottenburg.

1	Uhr	Nachts	825 cbm,	1	Uhr	Mittags	2725 cbm,
2	„		725 „	2	„		2725 „
3	„		725 „	3	„		2725 „
4	„		775 „	4	„		2650 „
5	„		1100 „	5	„		2650 „
6	„	Morgens	1700 „	6	„	Abends	2500 „
7	„		2425 „	7	„		2275 „
8	„		2850 „	8	„		2250 „
9	„		3050 „	9	„		2075 „
10	„		3050 „	10	„		1700 „
11	„		3000 „	11	„		1475 „
12	„		3000 „	12	„		900 „

Die Circulationsverhältnisse in den Reservoirs ergeben sich aus nebenstehender Skizze. Das Wasser tritt aus dem Tegeler Hauptrohr in jedes Reservoir gesondert ein, und zwar in der einen Ecke, nahe dem

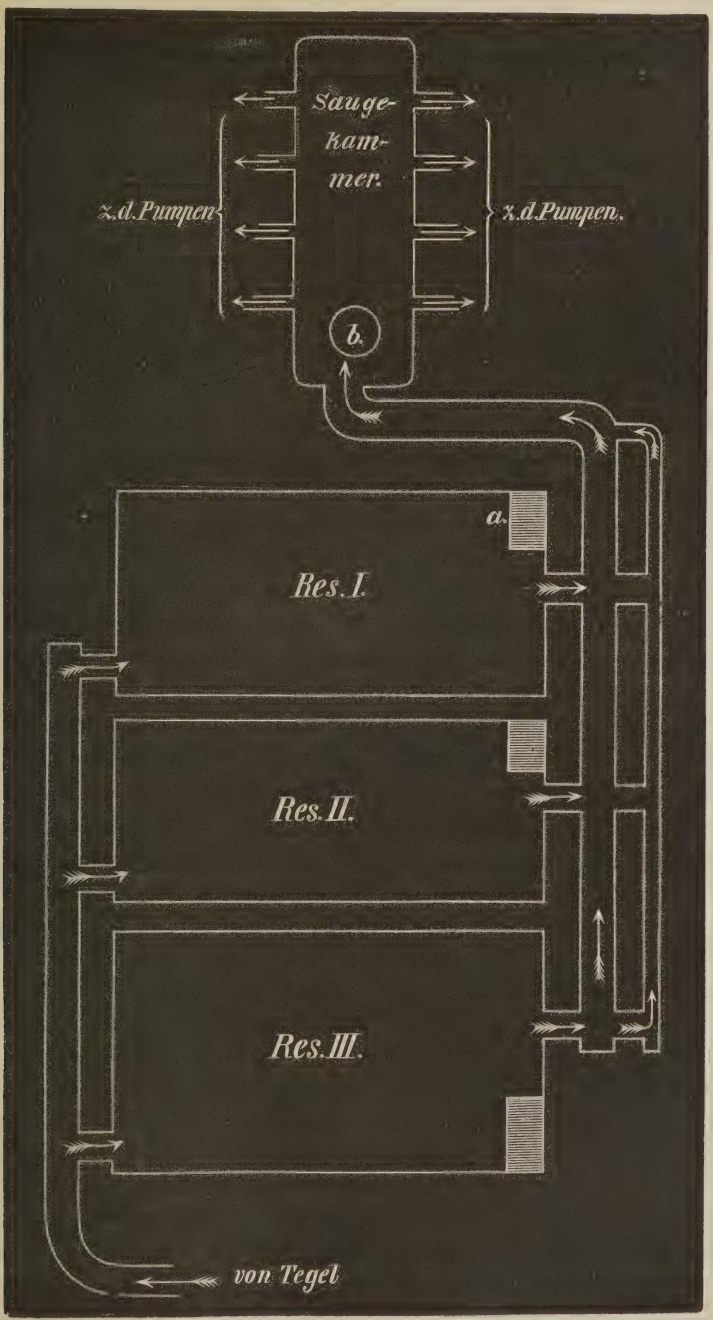


Fig. 1. Situationsskizze des Hochreservoirs zu Charlottenburg.

Boden. Der Austritt erfolgt in der Mitte der gegenüberliegenden Seitenwand, ebenfalls nahe dem Boden. Eine directe Verbindung der Reservoirs untereinander besteht nicht, nur die zuführende und abführende Leitung sind gemeinsam. Letztere, aus zwei parallelen und miteinander in Verbindung stehenden Röhren bestehend, führt das Wasser aus allen drei Reservoirs in eine gemeinsame, gemauerte und überwölbte Saugekammer, aus welcher die Druckpumpen ihren Bedarf entnehmen.

Der Zugang zu jedem Reservoir erfolgt durch eine an der einen Seitenwand gelegene, gemauerte Treppe. Eine eventuelle Verunreinigung der Reservoirs würde nur auf diesem, übrigens unter Verschluss gehaltenen Wege erfolgen können, da andere Zugänge fehlen. Die Entnahme der zur Untersuchung bestimmten Wasserproben hat regelmässig von einer dieser Treppen aus, und zwar meistens derjenigen des Reservoirs I, an der auf der Skizze mit *a* bezeichneten Stelle stattgefunden.

In den oben erwähnten Fällen einer plötzlichen starken Zunahme des Bacteriengehaltes konnte nun durch die Untersuchung wiederholt constatirt werden, dass die Hauptmasse der Mikroorganismen aus einigen wenigen, oder gar nur aus einer einzigen, übrigens ganz unschädlichen Bacterienart bestand, neben welcher sich die in dem Tegeler Wasser sonst gewöhnlich vorkommenden Arten in der üblichen geringen Anzahl von 50 bis 150 vorfanden. So zeigten sich bei der Untersuchung am 28. Juli grosse Mengen des bekannten, in Wasser und Erde häufig sich findenden, in wurzelförmigen Colonieen wachsenden Bacillus, dessen Colonieen in Gelatine gar nicht zu verkennen und schon mit blossem Auge mit Leichtigkeit und Sicherheit zu identificiren sind, während gegen Ende März ein die Gelatine nicht verflüssigender, in grauweissen Colonieen wachsender, kurzer, bisher nicht näher charakterisirter Bacillus überwog. Ohne Zweifel hatte also eine lebhafte Bacterienvegetation stattgefunden. Die hierdurch bewirkte zeitweilige Verunreinigung des Wassers kann indess nur von beschränktem Umfange gewesen sein und keineswegs die Gesammtmasse des Wassers in den Reservoirs betroffen haben, denn sie blieb, wie bereits früher hinsichtlich der physikalischen Beschaffenheit des Wassers hervorgehoben wurde, und in gleicher Weise auch für den Bacteriengehalt zutrifft, ohne Einfluss auf die Beschaffenheit des Leitungswassers in der Stadt. Eine Ausnahme macht in dieser Hinsicht die bereits erwähnte Störungsperiode Mitte December, als wegen nothwendiger Rohranschlüsse die Tegeler Werke mehrere Tage den Betrieb einschränken mussten (15. bis 17. December). In Folge dessen war, wie oben erwähnt, schon in Tegel das filtrirte Wasser von mangelhafter Beschaffenheit (1500 Keime) und es scheint damals eine allgemeine Verunreinigung des Reservoirs zu Charlottenburg stattgefunden zu

haben (5000 Keime), welche sich auch auf die entsprechenden Entnahmestellen in der Stadt erstreckt hat und anscheinend sogar noch in der darauffolgenden Woche nachweisbar war, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Dagegen scheint es sich in den anderen Fällen um eine vielleicht durch die unvermeidliche Stagnation in den Ecken der Reservoirs begünstigte locale Verunreinigung in der Umgebung der Entnahmestelle (von der Treppe aus) gehandelt zu haben, welche auf die Hauptmasse des Wassers ohne Einfluss geblieben ist.

Um übrigens volle Sicherheit über diesen Punkt zu gewinnen, wird seit Beginn des neuen Berichtsjahres die zur Untersuchung bestimmte Wasserprobe nicht mehr an der bisherigen Stelle, sondern durch eine Oeffnung in der Decke der Saugekammer dicht vor der Einmündung des von den Reservoirs kommenden Zuleitungsrohres an der auf der Skizze mit *b* bezeichneten Stelle entnommen, wodurch die Gewinnung einer besseren Durchschnittsprobe gewährleistet erscheint. Ausserdem werden zeitweise vergleichende Untersuchungen an der bisherigen und der neuen Entnahmestelle vorgenommen.

Noch bleibt zu bemerken, dass die zweimal im Jahre, im Juli und November vorgenommene Reinigung der beiden damals allein vorhandenen Reservoirs I und II einen erkennbaren Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers nicht ausgeübt hat. Reservoir III ist neuerbaut und erst seit Kurzem in Betrieb.

4. Die Beschaffenheit des Wassers an den **Entnahmestellen in der Stadt.**

Ueber die Beschaffenheit des Wassers in dem Rohrnetz der Stadt geben die Spalten 6, 7, 8, 9 und 10 der Tabelle Auskunft. Wenngleich die gefundenen Zahlen meist etwas höher sind, als bei den direct den Reinwasserreservoirs zu Stralau und Tegel entnommenen Proben (Spalte 2 und 4), so ist das Resultat doch in der Hauptsache ein gleiches, wie bei den Filterwerken, nämlich eine durchweg normale Beschaffenheit mit einzelnen, plötzlich auftretenden, aber schnell vorübergehenden Störungen.

Nimmt man als zulässiges Maximum die Anzahl von 300 Mikroorganismen im Cubikcentimeter an, so wurde dieser Grenzwerth — auf je 44 Untersuchungen — bei dem Wasser Nr. 6 (*W.*, Wilhelmstrasse) 2mal, bei Nr. 7 (*SW.*, Friedrichstrasse) 4mal, bei Nr. 8 (*SO.*, Schmidstrasse) 6mal, bei Nr. 9 (*N.*, Friedrichstrasse) 2mal, bei Nr. 10 (*C.*, Weinmeister-

strasse) 6mal, im Ganzen also bei 219 Einzeluntersuchungen 20mal überschritten, während 199mal ein zufriedenstellendes Resultat sich ergab.

Das Nähere enthält die folgende Uebersicht:

Summarische Uebersicht über den Keimgehalt des filtrirten Wassers.

Von je 44 Einzeluntersuchungen ergaben bei dem filtrirten Wasser einen Keimgehalt:

Keimgehalt pro 1 ccm	bei Wasser Nr.: 2 Stralau filtrirt	4 Tegel filtrirt	5 Charlottb. Reservoir	6 W.	7 SW.	8 SO.	9 N.	10 C. (Leitungswasser in der Stadt.)	Summe	% abgerundet	Summe 6–10 (Leitungswasser allein)	% abgerundet.
mehr als 1000	3†	1†	4†	—	—	1†	1†	1†	11†	10% †	3†	10% †
300—1000	—	1†	8†	2†	4†	5†	1†	5†	26†		17†	
200— 300	2	2	4	4	2	3	3	4	24	30%	16	40%
100— 200	7	4	9	22	18	11	14	12	97		77	
50— 100	10	10	14	10	10	13	12	12	91	60%	57	50%
wenigerals 50	22	26	5	6	10	11	12	10	102		49	
Summe:	44	44	44	44	44	44	43	44	351	100%	219	100%

Deutet schon dieser Befund darauf hin, dass das Wasser in den Leitungen eine erhebliche Veränderung nicht erfährt, vielmehr im Wesentlichen in derjenigen Beschaffenheit zum Verbrauch gelangt, wie es von den Filterwerken geliefert wird, so lässt sich bei genauerer Betrachtung auch für die einzelnen Entnahmestellen ein directes Abhängigkeitsverhältniss von dem einen oder dem anderen Filterwerke nachweisen.

Bekanntlich gehen sowohl von dem im Süd-Osten von Berlin gelegenen Wasserwerk Stralau als auch von der westlich gelegenen Station Charlottenburg zwei Haupt-Druckrohre aus, von denen je eins, der nördlichen resp. der südlichen Pheripherie der Stadt folgend, zuletzt mit dem entsprechenden Rohre des anderen Wasserwerkes zusammentrifft, und direct in dasselbe übergeht. Auf diese Weise entsteht ein im Allgemeinen an der Pheripherie der Stadt gelegener, geschlossener Ring, bestehend aus einem eisernen Rohr von 910 bis 760 mm Durchmesser, von dem aus durch Zwischenglieder und deren Verästelungen die weitere Versorgung der Stadt erfolgt. Im Nord-Osten entspringt aus demselben noch das Haupt-

rohr für die auf dem Windmühlenberg befindliche Hebestation, welche diesen höher gelegenen Stadttheil durch ein besonderes, unter höherem Druck stehendes Rohrnetz mit Wasser versieht.

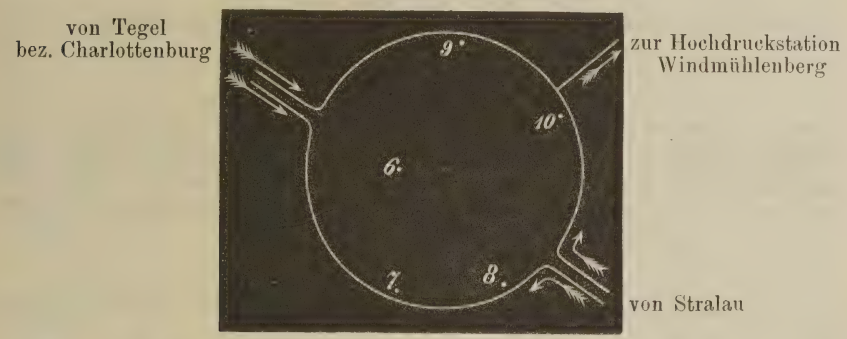


Fig. 2. Skizze der Lage der 5 Entnahmestellen zu den Hauptdruckröhren von Tegel und Stralau.

Die Lage der fünf Entnahmestellen ist nun eine derartige (cfr. die obenstehende Skizze und den Plan auf Tafel IV), dass vier derselben (Nr. 7, 8, 9 und 10) in ziemlicher Nähe des Hauptringes sich befinden, während Nr. 6 eine mehr centrale Lage einnimmt. Dabei entspricht Nr. 7 dem südlichen, Nr. 9 dem nördlichen Hauptdruckrohr von Tegel-Charlottenburg, Nr. 8 dem südlichen, Nr. 10 dem nördlichen Druckrohr von Stralau.

Mit Hülfe der bereits im chemischen Theile dieses Berichtes erwähnten, charakteristischen Differenzen im Chlorgehalte lässt sich nun leicht und sicher nachweisen, dass die Entnahmestellen 8 und 10, welche constant den höheren Chlorgehalt des Spreewassers aufweisen, von Stralau aus, Nr. 6, 7 und 9 dagegen, mit entsprechend niedrigerem Chlorgehalt, von Tegel aus gespeist werden, Mittelzahlen aber, welche auf Mischwasser hindeuten würden, in der Regel fehlen.

Dies Verhältniss ist so constant, dass der bereits mehrfach erwähnte beschränkte Betrieb der Tegeler Anlage in der Zeit vom 15. bis 17. December sich in der Tabelle des Chlorgehaltes sofort dadurch geltend macht, dass am 15. December die Entnahmestellen 6, 7, 8 und 10 Spreewasser und nur Nr. 9 Tegeler Wasser, am 22. December Nr. 6, 8 und 10 Spreewasser, Nr. 7 und 9 Tegeler Wasser, und erst am 29. December wieder ebenso, wie vorher am 8. December, Nr. 8 und 10 Spreewasser, Nr. 6, 7 und 9 Tegeler Wasser geliefert haben.

Auszug aus der Tabelle des Chlorgehaltes.

Tag der Untersuchung	Stralau unfiltrirt	Stralau filtrirt	Tegel unfiltrirt	Tegel filtrirt	Reservoir Charlottb.	Entnahmestelle in der Stadt				
						W	*SW*	*SO*	*N*	*C*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1885. December 8.	24·9	24·9	16·0	16·0	16·0	16·0	16·0	24·9	16·0	24·9
Störung in Tegel 15.	24·9	24·9	16·0	16·0	16·0	24·9	24·9	24·9	16·0	24·9
vom 15.—17. Dec. 22.	23·5	23·5	16·3	16·3	16·0	23·5	16·3	23·5	16·3	23·5
29.	23·5	23·5	16·3	16·3	19·9	16·3	16·3	23·5	16·3	23·5

Die nebenstehende Tabelle des Chlorgehaltes giebt hierüber nähere Auskunft.

Nach diesem Einblick in die Beziehungen der verschiedenen Entnahmestellen zu den beiden Wasserwerken erscheinen auch die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung in einem neuen Lichte. Es wird verständlich, weshalb die Spalten 8 und 10 der bacteriologischen Tabelle (Seite 449), in welchen je 6mal eine Ueberschreitung des Grenzwerthes zu verzeichnen war, in dem Auftreten und Verschwinden dieser Störungen einen so auffallenden Parallelismus, z. B. am 21. Juli, 24. November, 16. und 30. März, erkennen lassen. Weiterhin beweist aber die Gleichzeitigkeit dieser Störungen, dass die Ursache derselben auf dem Wasserwerk, und nicht in den Leitungen liegen muss, weil beide Entnahmestellen zwar Stralauer Wasser, aber durch verschiedene Druckrohre erhalten (Nr. 8 durch das südliche, Nr. 9 durch das nördliche Hauptrohr von Stralau).

Für die von Tegel-Charlottenburg versorgten Entnahmestellen 6, 7 und 9 ist auch in bacteriologischer Hinsicht wieder die Störungsperiode vom 15. bis 17. December von besonderem Interesse, da, übereinstimmend mit dem die Herkunft des Wassers kennzeichnenden Chlorgehalte, am 15. December nur das Wasser Nr. 9 an der vorübergehenden Verunreinigung des Tegeler Wassers theilnimmt, während sich letztere in der folgenden Woche, wenn auch in abnehmendem Maasse, auch bei Nr. 6 und 7 noch zu erkennen giebt.

Diese Umstände, in Verbindung mit der regelmässigen, schnellen Wiederherstellung der normalen Beschaffenheit des Wassers dürften die oben aufgestellte Behauptung hinreichend erhärten, dass das Wasser in den Leitungen eine nennenswerthe Veränderung nicht erfährt,

Tabelle des Chlorgehaltes (Milligramm im Liter).

Tag der Untersuchung	Stralauer Werke		Tegeler Werke			Entnahmestellen in der Stadt				
	Spreewaser		Wasser des Sees		Hochreservoir in Charlottenburg	Wilhelmstr. 75 *W.*	Friedrichstr. 41/42 *SW.*	Schmidstr. 16 *SO.*	Friedrichstr. 126 *N.*	Weinmeisterstr. 15 *C.*
	unfiltrirt	filtrirt	unfiltrirt	filtrirt						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1885 2. Juni	19·5	18·6	15·9	15·9	15·9	15·1	15·1	17·7	15·9	18·6
9. „	19·5	18·6	15·9	15·1	15·9	15·9	15·1	18·6	15·9	19·5
16. „	19·5	18·6	17·7	15·9	15·9	15·9	16·8	17·7	15·9	18·6
23. „	20·4	19·5	16·8	15·9	15·9	15·9	16·8	17·7	15·9	15·9
30. „	22·2	21·3	16·8	16·8	16·8	17·7	17·7	23·1	18·6	22·2
7. Juli	21·3	18·6	16·8	15·9	15·9	16·8	15·9	19·5	15·9	17·7
14. „	21·3	21·3	15·9	15·9	15·9	15·9	16·8	18·6	15·9	18·6
21. „	21·3	20·4	15·9	15·9	15·9	15·1	15·1	20·4	15·9	19·5
28. „	22·2	20·4	15·9	15·9	15·9	16·8	15·9	20·4	15·9	21·3
4. August	21·3	19·5	15·9	15·9	15·9	15·1	15·1	19·5	15·9	19·5
11. „	22·2	21·3	15·9	15·9	15·9	15·9	15·9	20·4	15·1	21·3
18. „	21·3	19·5	15·9	15·1	15·1	15·9	15·9	19·5	15·9	20·4
25. „	21·3	20·4	15·9	15·9	15·9	15·1	15·9	20·4	15·1	19·5
1. September	21·3	20·4	15·9	15·9	15·9	15·1	15·9	19·5	15·9	19·5
8. „	21·3	21·3	16·8	15·1	15·9	15·9	15·9	21·3	15·9	20·4
15. „	22·2	21·3	15·9	15·1	15·9	15·1	15·9	20·4	15·9	21·3
22. „	31·9	25·7	23·1	21·3	21·3	19·5	26·6	28·9	24·8	28·9
29. „	30·8	30·8	16·3	16·3	16·3	14·5	16·3	30·8	16·3	26·8
1885 6. October	30·8	30·8	16·3	16·3	16·3	16·3	16·3	30·8	16·3	29·8
13. „	30·8	30·8	16·3	16·3	16·3	16·3	16·3	27·2	16·3	30·8
20. „	32	32	16	16	16	16	16	32	16	32
27. „	30·2	30·2	16	16	16	16	16	30·2	16	19·5
3. November	29·9	29·9	15·8	15·8	15·8	15·8	15·8	26·4	15·8	26·4
10. „	26·6	26·6	16	16	16	14·2	14·2	21·3	14·2	21·3
17. „	26·6	26·6	16	16	16	16	16	26·6	16	26·6
24. „	24·9	24·9	16	16	16	16	16	24·9	16	24·9
1. December	23·1	23·1	16	16	16	16	16	23·1	16	23·1
8. „	24·9	24·9	16	16	16	16	16	24·9	16	24·9
15. „	24·9	24·9	16	16	16	24·9	24·9	24·9	16	24·9
22. „	23·5	23·5	16·3	16·3	16·3	23·5	16·3	23·5	16·3	23·5
29. „	23·5	23·5	16·3	16·3	19·9	16·3	16·3	23·5	16·3	23·5
1886 5. Januar	22·6	22·6	16·3	16·3	18·1	16·3	18·1	22·6	22·6	19·9
12. „	23·5	23·5	16·3	16·3	16·3	16·3	16·3	21·7	16·3	23·5
19. „	23·5	23·5	18·1	19·9	18·1	18·1	18·1	23·5	18·1	23·5
26. „	21·7	21·7	16	17·8	17·8	16	21·7	21·7	17·8	21·7
2. Februar	23·1	23·1	16	17·8	17·8	17·8	17·8	21·3	17·8	21·3
9. „	23·1	23·1	17·8	17·8	17·8	17·8	17·8	23·1	17·8	23·1
16. „	21·3	21·3	17·8	17·8	17·8	17·8	17·8	21·3	17·8	21·3
23. „	21·3	21·3	17·8	17·8	17·8	17·8	17·8	21·3	17·8	21·3
2. März	22·3	22·3	18·3	18·3	16·5	16·5	16·5	22·3	16·5	22·3
9. „	20·1	20·1	16·5	16·5	16·5	16·5	16·5	20·1	16·5	18·3
16. „	20·1	20·1	16·5	16·5	16·5	16·5	16·5	20·1	16·5	20·1
23. „	20·1	20·1	16·5	16·5	16·5	16·5	16·5	20·1	16·5	20·1
30. „	21·3	19·5	5·3	16	16	16	16	19·5	16	19·5

seine Beschaffenheit vielmehr im Wesentlichen von der jedesmaligen qualitativen Leistung der Wasserwerke abhängt.[1]

Hieraus folgt, dass der Schwerpunkt der Wasseruntersuchung in die Controle der Filterwerke zu verlegen ist, die Untersuchung der einzelnen Entnahmestellen in der Stadt aber an Bedeutung verliert und daher eine Einschränkung erfahren kann.

Von dieser Anschauung ausgehend wurden dem Magistrat von Seiten des hygienischen Instituts eine Reihe von Abänderungsvorschlägen des Untersuchungsplanes vorgelegt, welche seit dem 1. Mai 1886, wenn auch in veränderter Form, durch Einrichtung einer bacteriologischen Untersuchungsstation auf dem Stralauer Wasserwerke, unter gleichzeitiger Einschränkung der Untersuchung im hygienischen Institut auf einen 14tägigen, statt des bisherigen 8tägigen Turnus, zur theilweisen Ausführung gekommen sind.

---

[1] Eine Notiz über den Raumgehalt der verschiedenen Rohrleitungen, welche das Wasser von den Wasserwerken bis zu den Entnahmestellen in der Stadt zu durchlaufen hat, möge hier Platz finden, weil aus derselben, unter Berücksichtigung des täglichen Wasserverbrauches, sich der zwischen Filtration und Verbrauch des Wassers liegende Zwischenraum, also die Zeit ergiebt, während welcher das Wasser in den Leitungen sich aufhält.

Nach Angabe der Direction der Wasserwerke beträgt die Capacität der Rohrstränge:

a) von Stralau ausgehende Hauptstränge	4601 cbm
b) von Charlottenburg ausgehende Hauptstränge	14037 „
c) das gesammte Vertheilungsrohrnetz ausschliesslich der unter a und b aufgeführten Hauptstränge	12735 „
Summe	31373 „
d) dazu kommen noch die Verbindungsstränge zwischen Tegel und Charlottenburg	8927 „
Gesammtsumme	40300 cbm

Demnach würde bei einem Wasserverbrauch von täglich 80000 cbm im Sommer und 60000 cbm im Winter das in den sämmtlichen Leitungen befindliche Wasser im Sommer durchschnittlich 2mal täglich, im Winter $1^1/_2$ mal täglich erneuert werden, also durchschnittlich 12, bez. 16 Stunden in den Röhren sich aufhalten. Dieses Verhältnis wird, wenn man die Gebiete der beiden Wasserwerke getrennt betrachtet, für die von Tegel versorgte westliche Hälfte der Stadt in Folge der grossen Länge der Rohrstränge etwas ungünstiger, zumal noch der oben ausführlich erörterte Aufenthalt in den Reservoirs zu Charlottenburg hinzukommt, während in dem von der relativ nahe gelegenen Station Stralau aus versorgten östlichen Rohrbezirk eine erheblich schnellere Erneuerung erfolgt, nämlich durchschnittlich 3mal, in der Zeit der starken Wasserförderung im Sommer aber bis zu 5mal täglich und darüber, sodass im letzteren Falle der Aufenthalt des Wassers in den Leitungen nur 4 bis 5 Stunden betragen haben kann.

5. Das Vorkommen von **Crenothrix**.

Die Crenothrix scheint aus der Berliner Wasserleitung vollständig verschwunden zu sein. Sie wurde — bei der mikroskopischen Untersuchung des Bodensatzes — noch vereinzelt im Wasser des Charlottenburger Reservoirs und einiger Entnahmestellen in der Stadt im Juni 1885, seitdem aber überhaupt nicht mehr beobachtet.

6. Anderweitige Beobachtungen.

a) Als beiläufiger Befund sei das mehrfach beobachtete Vorkommen einer uns bisher nicht bekannten, **chromogenen Bacterienart** erwähnt, welche sich durch Bildung eines intensiven, schwarzblauen Farbstoffes auszeichnet. Das Aussehen der Colonieen auf der Gelatineplatte ist so auffallend, dass bei der ersten Beobachtung der Verdacht entstand, es sei zufällig ein Farbstoffkrystall oder ein Tropfen Tinte auf die Platte gerathen, ein Zweifel, den die genauere Untersuchung und Reinzüchtung des betreffenden Mikroorganismus indess bald zerstörte. Derselbe ist ein morphologisch nicht besonders charakteristischer, mittelgrosser Bacillus, welcher in gewöhnlicher Nährgelatine bei Zimmertemperatur Anfangs in grauweissen, an der Oberfläche sich plattenartig ausbreitenden Colonieen wächst, und sich von den zahlreichen, in ähnlicher Weise wachsenden Bacterienarten durch die im Verlauf einiger Tage immer deutlicher hervortretende Production des erwähnten Farbstoffes unterscheidet. Letztere erfolgt nur an der Oberfläche, während die in der Tiefe der Gelatine liegenden Colonieen, und ebenso der im Innern der Gelatine liegende Theil eines Impfstiches farblos bleiben. Zur Bildung des Farbstoffes scheint also, wie bei den meisten chromogenen Bacterienarten, ein unbehinderter Sauerstoffzutritt erforderlich zu sein. Erst nach längerer Zeit tritt an der Oberfläche der Gelatine eine schwache Verflüssigung und damit ein leichtes Einsinken der Colonieen ein. Auf gekochten Kartoffeln findet eine üppige Vermehrung und starke Pigmentbildung statt.

Diese Art des Wachsthums unterscheidet den gefundenen Mikroorganismus von einer schon seit längerer Zeit beobachteten, gleichfalls im Berliner Leitungswasser zuweilen vorkommenden Art, welche ein ganz ähnliches Pigment bildet, aber die Nährgelatine rasch verflüssigt. In Folge dessen ist das Aussehen dieser Colonieen ein wesentlich anderes und es kommt, namentlich im Impfstich, welcher seiner ganzen Länge nach rasch verflüssigt wird, wegen erschwerten Luftzutritts zu den in der Flüssigkeit untersinkenden Colonieen nicht zu einer so intensiven Pigmentbildung, wie bei der neugefundenen Art. Auch auf Kartoffeln ist das Wachsthum

und namentlich die Pigmentbildung der älteren Art nur kümmerlich, während auf Agar beide Arten gut gedeihen und hier, wo der Unterschied in der Verflüssigung fortfällt, in der That schwer zu unterscheiden sind. In sterilisirter Milch erfolgt in beiden Fällen starke Vermehrung und Blaufärbung.

Es scheint, dass die neue Art identisch ist mit der in dem Handbuch von Flügge (Die Mikroorganismen, 2. Auflage 1886, pag. 291) als Bacillus janthinus (Zopf) bezeichneten, früher auch von Hüppe und mehrfach im Göttinger hygienischen Institut im Wasser gefundenen Art, während die uns vom Kaiserlichen Gesundheitsamte her bekannte, daselbst unseres Wissens zuerst von v. Rozsahegyi aus Leitungswasser reingezüchtete ältere (rasch verflüssigende) Art von Flügge anscheinend nicht aufgeführt wird.

Die chemische Zusammensetzung des aus den Culturen rein gewonnenen Farbstoffes und die Bedingungen seiner Entstehung bilden noch den Gegenstand weiterer Untersuchungen.

b) Einige Beobachtungen über die **Genauigkeit** der bacteriologischen Untersuchungsmethode bez. über die **Fehlergrenzen** derselben dürften von Interesse sein.

Bekanntlich sind die Voraussetzungen, von denen die bacteriologische Untersuchung ausgeht, wesentlich verschieden von denen der chemischen Analyse. Während letztere mit gelösten, also in jeder, auch der kleinsten Probe des zu untersuchenden Wassers in gleichmässigen Mengen enthaltenen Substanzen zu thun hat, sind die Bacterien geformte, im Wasser suspendirte Körper, für welche die Voraussetzung einer völlig gleichmässigen Vertheilung durch die ganze Wassermasse hindurch nicht ohne Weiteres zutrifft. Der Einfluss der hier angedeuteten Fehlerquelle wird aber eventuell von um so grösserer Bedeutung sein, als die bacteriologische Wasseruntersuchung sich nur auf relativ kleine Quantitäten von in der Regel höchstens 1 ccm und nicht gut, wie die chemische Analyse auf fünfzig bis mehrere hundert Cubikcentimeter erstrecken kann. Es muss daher von vornherein auf eine möglichst gleichmässige Vertheilung der suspendirten Bestandtheile in der zur Untersuchung bestimmten Wssserprobe das grösste Gewicht gelegt werden. Dies geschieht, wie bereits bei Schilderung der Untersuchungsmethode erwähnt, in einfachster Weise durch starkes Schütteln der Probe unmittelbar vor Beginn des Versuches. Um jedoch ganz sicher zu gehen, und zugleich, um über die Fehlergrenzen ein Urtheil zu gewinnen, wurden unsere Untersuchungen, wie gleichfalls bereits bemerkt, stets doppelt ausgeführt, und

zwar wurde der Hauptversuch mit 1 ccm Wasser durch einen zweiten Versuch mit 0·5 ccm controlirt.

Es ergab sich hierbei constant eine grosse, oft geradezu überraschende Uebereinstimmung in den Zahlen beider Versuche. Dieselben sind in der umstehenden Tabelle nebeneinander gestellt, und zwar sind bei jedem Versuch ausser der Gesammtmenge der gefundenen Bacterien noch besonders die Zahlen der die Gelatine verflüssigenden Colonieen angegeben, welche insofern von besonderem Interesse sind, als eine gute Uebereinstimmung beider Versuche auch in den Zahlen dieser, nur einen Bruchtheil der Gesammtmenge bildenden speciellen Bacterienarten fast durchweg hervortritt.

Besondere Bedeutung gewannen die Controlversuche gelegentlich der mehrfach erwähnten, durch das Auftreten massenhafter Bacterien charakterisirten Störungsperioden des normalen Filterbetriebes, da auf Grund der übereinstimmenden Befunde des Doppelversuches die Möglichkeit eines groben Irrthums von der Hand gewiesen werden konnte. Dies war um so werthvoller, als bei dem ganz unvermutheten Auftreten und schnellen Verschwinden jener Störungen die Möglichkeit einer Wiederholung des Versuches, nachdem inzwischen stets mehrere Tage vergangen waren, nicht vorlag. Wie deutlich gerade bei diesen intercurrenten Störungen die Uebereinstimmung zwischen den beiden Versuchsreihen hervortritt, ergiebt sich ohne Weiteres aus der Tabelle.

c) In vieler Beziehung interessant ist schliesslich noch ein **Vergleich der chemischen und der bacteriologischen Untersuchungsergebnisse.** Die zu Anfang dieses Berichtes mitgetheilten Tabellen liefern dazu ein reiches Material. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Ergebnisse beider Untersuchungsmethoden keineswegs Hand in Hand gehen. Vom Rückstand, dem Kalk- und dem Chlorgehalte des Wassers können wir hierbei ganz absehen, weil dieselben durch die Filtration nicht wesentlich verändert, ihre Schwankungen vielmehr lediglich durch die wechselnde Zusammensetzung des unfiltrirten Urmaterials bedingt werden. Aber auch der Glühverlust und die Oxydirbarkeit bei denen ein gewisser Effect der Filtration nicht zu verkennen ist, lassen weder in ihren absoluten Werthen, noch in dem Grade der Verminderung derselben durch den Filtrationsprocess einen constanten Zusammenhang mit den entsprechenden Zahlen der Mikroorganismen erkennen. Hohe Werthe der letzteren können ebensowohl mit hohen, als mit niedrigen Werthen der ersteren zusammentreffen, und umgekehrt. Aehnlich verhält es sich mit dem Ammoniakgehalt, bei welchem zwar regelmässig eine erhebliche Verminderung, wenn nicht völlige Beseitigung durch die Filtration

Zusammenstellung der bacteriolog. Zahlen der Haupt-Versuche und Control-Versu

		Nr. 1 Stralau, unfiltr.				Nr. 2 Stralau, filtrirt				Nr. 3 Tegel, unfiltr.				Nr. 4 Tegel, filtrirt				Nr. Cha
		1 ccm		0,5 ccm		1 ccm		0,5 ccm		1 ccm		0,5 ccm		1 ccm		0,5 ccm		1 c
		im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen	verflüssigt	im Ganzen
1885	2. Juni	5475	27			42	20			118	7			16	2			4
	9. „	7980	255			22	1	9	0	117	16			39	13			5
	16. „	6100	26	3000	16	33	3			115	10			76	11			4
	23. „	6100	56	3850	41	41	15	25	10	1325	29	784	16	194	13	137	8	10
	30. „	4400	68	2500	49	53	53	23	23	880	240	660	190	44	10	22	6	7
	7. Juli	3500	40			28	15	27	3	verunglückt				42	6	23	6	13
	14. „	7200	200			200	150			1896	200	1260	105	120	27	55	16	15
	21. „	110740	600			1656	42	648	28	13220	198	6104	101	49	11	24	4	9
	28. „	2640	47	1440	50	54	18	39	11	1500	40	910	28	48	14	38	5	3168
	4. August	2310	60	1190	46	70	15	41	11	900	80	500	50	28	1	32	0	20
	11. „	3600	120	1638	62	65	13			1100	80	630	56	434	116	zerflossen		13
	18. „	1800	41	900	22	36	10	19	5	179	40	86	32	50	8	31	5	7
	25. „	11900	50	5760	10	26	12	15	5	4410	51	2500	26	21	14	9	4	4
	1. Sept.	3360	70	1920	48	184	6	90	1	600	70	220	27	17	7	17	2	9
	8. „	960	90	540	49	1000	19	400	9	1220	42	650	15	100	6	64	3	25
	15. „	4500	85	2660	13	44	37	24	9	158	29	71	16	56	13	22	5	10
	22. „	9200	24	4620	26	44	23	28	3	130	36	65	9	55	2	25	3	8
	29. „	1120	24	474	10	30	9	18	4	111	8	62	2	31	2	12	2	8
	6. October	3192	16	1554	4	36	5	22	2	160	17	77	11	24	4	17	3	15
	13. „	1204	39	607	14	25	0	20	4	519	33	232	22	29	0	12	0	9
	20. „	2178	48	792	36	36	12	19	6	174	18	84	8	18	5	8	2	72
	27. „	4840	80	zerflossen		24	1	18	1	173	15	76	11	10	2	9	2	5
	3. Novbr.	8500	70	4725	22	80	7	55	5	128	10	zerflossen		82	5	33	1	10
	10. „	2520	180	1155	50	42	7	10	1	250	20	142	13	32	3	9	0	12
	17. „	6000	zerflossen		155	52	4	11	2	60	2	37	3	51	5	23	5	15
	24. „	31500	230	21600	150	167	14	160	11	251	4	155	6	78	2	verunglückt		6
	1. Dec.	9000	250	4400	150	117	11	53	6	65	4	40	2	10	0	7	0	1
	8. „	2700	110	1300	90	220	8	170	5	440	40	220	15	210	7	170	5	35
	15. „	5880	150	3200	50	180	3	77	9	1290	20	730	14	1500	35	980	15	500
	22. „	5600	200	2000	120	34	4	39	2	86	4	63	10	260	10			35
	29. „	4000	266	2250	140	20	0	20	0	149	12	124	6	110	4	63	3	95
1886	5. Januar	4500	150	1500	85	95	5	46	0	80	1	95	6	38	6	120	2	20
	12. „	1400	125	700	70	40	10	20	5	170	20	45	3	12	1	10	1	4
	19. „	1100	62	700	32	94	1	90	1	92	5	40	1	36	0	16	3	37
	26. „	29000	100	16000	62	100	2	36	0	54	3	30	0	60	6	10	2	50
	2. Februar	20000	240	10200	150	80	4	25	0	13600	440	6300	240	24	2	12	1	9
	9. „	5900	160	2560	70	7	1	15	0	15	0	7	1	6	1	10	2	6
	16. „	1250	70	720	40	10	2	1	0	30	9	12	0	2	0	1	0	7
	23. „	1280	52	753	25	8	1	8	1	14	4	9	1	8	2	5	0	22
	2. März	1010	50	400	19	8	2	5	0	57	4	16	0	3	0	2	0	11
	9. „	3680	105	1680	54	112	4	55	2	225	50	95	30	19	0	15	1	47
	16. „	14400	300	8230	128	210	7	140	4	440	4	150	4	70	5	9	0	96
	23. „	32700	295	17230	200	145	6	34	3	16500	190	7200	80	66	5	14	1	187
	30. „	100000	4000	45000	3000	2300	150	zerflossen		50000	1500	30000	1000	104	4	40	1	880

1 ccm und 0·5 ccm Wasser), mit speciell. Berücksichtigung der verflüssigenden Colonieen.

burg		Nr. 6 *W.* Wilhelmstr.				Nr. 7 *SW.* Friedrichstr.				Nr. 8 *SO.* Schmidstr.				Nr. 9 *N.* Friedrichstr.				Nr. 10 *C.* Weinmeisterstr.			
5 ccm		1 ccm		0,5 ccm		1 ccm		0,5 ccm		1 ccm		0,5 ccm		1 ccm		0,5 ccm		1 ccm		0,5 ccm	
	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt	im Ganzen	ver-flüssigt
		21	1			15	1			42	9			19	1			48	13		
		116	11			90	5			109	43	53	19	154	2			90	21		
		130	5			66	5			42	2			132	2			115	11		
1	16	125	15	57	8	634	51	317	21	50	4	37	2	145	7	76	4	84	13	37	11
0	9	121	13	57	8	160	22	52	6	51	4	44	1	151	4	70	1	63	18	47	8
2	6	60	16	86	23	103	17	57	10	48	2	25	5	157	4	108	4	40	14	27	7
7	8	120	42	80	20	180	42	79	17	80	23	35	6	150	27	112	12	75	25	47	12
6	2	136	34	86	19	240	51	111	32	368	7	187	4	107	5	57	2	810	9	320	5
0	10	151	30	80	20	156	25	85	5	63	4	27	2	85	18	68	10	86	16	50	13
2	14	95	14	57	10	141	13	63	9	53	7	32	3	96	4	48	1	75	7	51	5
1	4	131	31	67	15	132	27			36	0			90	5	45	7	300	18	zerflossen	
2	6	300	14	129	7	149	36	89	12	125	5	78	2	113	4	63	1	140	21	73	9
4	2	180	1	86	0	164	11	105	6	37	2	15	2	96	3	55	0	59	13	29	6
5	5	77	2	58	1	136	6	74	4	124	31	65	7	62	0	37	3	150	30	82	18
0	22	180	8	100	6	150	6	90	4	83	4	65	1	verunglückt				85	25	80	12
2	4	154	8	69	3	139	4	85	4	67	7	31	5	275	8	163	2	134	18	77	4
4	2	97	1	44	4	85	2	34	3	198	2	98	1	128	1	66	3	306	15	103	3
1	2	76	2	49	6	98	6	53	0	63	1	38	0	74	3	38	2	87	0	37	1
3	18	116	24	55	12	79	22	54	12	104	12	52	7	95	17	52	8	29	9	17	5
7	0	125	13	44	10	67	0	34	0	62	12	18	2	75	2	35	1	32	0	8	2
0	1	132	19	58	9	78	3	33	1	18	2	11	2	28	2	25	2	41	2	21	2
3	2	129	40	73	18	47	7	23	3	31	9	43	3	39	4	16	0	112	8	52	5
9	1	340	173	181	111	76	15	47	5	96	9	12	0	91	3	47	7	131	18	70	6
3	8	284	247	160	143	38	3	18	2	126	4	47	3	34	6	21	4	62	3	35	2
2	10	50	3	20	2	8	2	3	1	63	11	58	7	53	5	32	5	151	12	60	17
3	3	90	81	73	60	29	1	15	1	580	26	320	17	18	1	12	1	540	26	230	8
8	0	62	16	52	3	9	1	7	0	349	34	167	18	4	1	2	0	267	23	136	4
2	2	96	52	60	30	350	8	170	4	700	21	540	14	244	9	200	2	300	70	240	20
0	25	290	20	110	10	200	4	122	7	245	7	120	4	2880	90	1780	50	155	5	91	1
2	4	320	12	123	7	390	13	120	10	160	7	100	4	356	11			40	4	27	2
0	32	196	7	132	2	300	7	172	5	56	3	39	1	131	7	79	3	56	9	57	2
5	5	81	13	40	6	75	8	20	2	74	3	28	1	45	3	29	3	40	4	25	3
5	0	43	7	28	4	18	2	10	0	145	21	95	10	21	4	28	1	150	21	75	7
4	1	200	8	66	2	190	6	50	8	35	3	15	0	63	10	55	6	474	3	210	1
5	5	127	9	21	4	107	11	28	4	236	4	100	6	130	24	66	13	200	4	160	5
3	2	173	30	55	16	107	17	22	1	260	10	145	5	70	7	32	2	250	11	100	8
5	2	36	4	13	3	6	0	6	0	143	6	82	4	31	1	15	1	164	10	51	2
5	22	26	9	20	7	22	3	8	0	80	32	35	18	103	45			50	1	10	1
0	20	42	20	27	13	92	25	47	18	22	5	15	1	40	15	35	13	18	3	8	2
3	8	55	22	39	6	36	14	17	7	20	2	14	3	26	6	18	4	58	8	46	3
5	4	165	10	46	5	163	9	85	6	105	3	50	1	266	11	140	14	42	3	22	2
0	1	160	8	30	0	120	3	50	1	750	14	390	9	125	4	70	1	570	15	263	9
5	16	136	12	30	3	130	6	52	2	130	10	50	4	50	7	35	5	200	87	7	5
0	4	300	6	180	1	310	10	160	1	1600	80	560	20	200	8	52	4	1100	32	500	14

erzielt, ein Zusammenhang mit den bacteriologischen Zahlen aber insofern wiederum gänzlich vermisst wird, als ein Wasser Spuren, ja selbst quantitativ bestimmbare Mengen von Ammoniak enthalten und doch bacteriologisch sehr gut filtrirt, andererseits von seinem Ammoniakgehalt durch die Filtration völlig befreit und dennoch bacteriologisch sehr schlecht filtrirt sein kann, wie solches beispielsweise in dem ziemlich hohen Ammoniakgehalte des sonst tadellos filtrirten Spreewassers vom 2. Februar und andererseits in der Thatsache besonders deutlich hervortritt, dass die starken Schwankungen des Bacteriengehaltes während der mehrfach erwähnten Störungsperioden in den Ergebnissen der chemischen Untersuchung keinerlei Ausdruck finden.

Diese Incongruenz der Wirksamkeit des Filtrationsprocesses, je nachdem man den Begriff im bacteriologischen oder im chemischen Sinne auffasst, kann nicht wohl überraschen, da es sich hier um eine einfache mechanische Zurückhaltung suspendirter kleinster Körper, dort um eine Reihe complicirter, noch näherer Aufklärung bedürftiger physikalischer Absorptions- und chemischer Umsetzungsprocesse, somit um zwei Vorgänge handelt, welche ihrem Wesen nach verschieden und eben deshalb völlig incommensurabel sind.

Es mag daran erinnert werden, dass auch bei der Filtration im Kleinen, z. B. bei den chemisch bekanntlich sehr wirksamen, bacteriologisch ganz ungenügenden Kohlefiltern einerseits und den, wenigstens eine gewisse Zeit hindurch völlig bacteriendichten, dabei chemisch ganz indifferenten Thon- und Asbestfiltern guter Construction andererseits, derselbe Gegensatz hervortritt.

Folgt hieraus zunächst, dass die Ergebnisse der bacteriologischen und der chemischen Wasseruntersuchung aus einander zu halten und für sich gesondert zu beurtheilen sind, aber niemals sich einander substituiren können, so knüpft sich daran weiterhin die Frage, welchen Werth vom **hygienischen Standpunkte** aus jede dieser Untersuchungsmethoden für sich allein oder im Verhältniss zur anderen beizumessen ist, und zwar sowohl speciell für die Beurtheilung der Wirksamkeit eines Wasser-Reinigungsprocesses, beispielsweise der Filtration, als auch generell für die Beurtheilung eines Wassers überhaupt.

Es liegt auf der Hand, dass dieses keine — im engeren Sinne — methodologische, sondern eine principielle Frage ist, keine Frage der grösseren oder geringeren Leistungsfähigkeit und technischen Genauigkeit des einen oder anderen Untersuchungsverfahrens, für welche etwa der Chemiker oder Mycologe einseitig

competent wäre, sondern eine im Wesentlichen ärztliche Frage, deren Beantwortung vor Allem von unserer Anschauung über das Wesen und die Entstehung der Krankheiten abhängt und von einem Wechsel dieser Anschauung auf das einschneidendste beeinflusst wird.

Nicht auf rein empirischem Wege, wie dies früher vielfach versucht worden ist, sondern nur in Anknüpfung an und im steten Hinblick auf unsere pathologischen und ätiologischen Fundamentalanschauungen wird es möglich sein, zu einer richtigen Deutung der Untersuchungsergebnisse beider Methoden und zu einer richtigen Formulirung der vom hygienischen Standpunkt an das Wasser zu stellenden Anforderungen zu gelangen.[1]

Ein näheres Eingehen auf diesen Punkt und ein Versuch, unsere heutigen Anschauungen über den Werth der chemischen und der bacteriologischen Wasseruntersuchung und das Verhältniss beider zu einander kurz zu präcisiren, dürfte umsomehr angezeigt sein, als diese Frage in neueren Publicationen wiederholt erörtert worden ist und eine gewisse Unklarheit und Unsicherheit in der Beurtheilung der maassgebenden Gesichtspunkte sich mehrfach bemerklich macht.

---

[1] Die ausdrückliche Hervorhebung dieses an sich ja völlig selbstverständlichen Competenzverhältnisses könnte müssig erscheinen; allein noch in neuerer Zeit sind von chemischer Seite her principielle Verstösse dagegen vorgekommen, deren z. Th. geradezu absurde Consequenzen Wolffhügel (*Handbuch der Hygiene* von Pettenkofer-Ziemssen, Abschnitt: Wasserversorgung, Leipzig 1882, S. 85) mit vollem Rechte zurückweist. Wie es scheint, wird neuerdings sowohl bei uns als in England, mit der in ihrer Technik ja so einfachen bacteriologischen Untersuchung ein ähnlicher Missbrauch getrieben, auf welchen näher einzugehen einer passenderen Gelegenheit vorbehalten bleibe.

Anhang.

Die hygienische Beurtheilung des Wassers auf Grund der Ergebnisse der chemischen und bacteriologischen Untersuchung.

Die Anforderungen, welche vom hygienischen Standpunkte an die Beschaffenheit des zum menschlichen Gebrauch bestimmten Wassers gestellt werden müssen, kann man in positive und negative unterscheiden. Das Wasser soll einerseits, aus physiologischen Gründen, gewisse Eigenschaften besitzen, als da sind Klarheit, Farblosigkeit, Wohlgeschmack, Geruchlosigkeit, erfrischende, von den Schwankungen der Jahreszeit möglichst unabhängige Temperatur, welche es zu einem der menschlichen Gesundheit zuträglichen Nahrungs- und Genussmittel machen; auf der anderen Seite soll es frei sein von allen gesundheitsschädlichen Stoffen.

Von den Eigenschaften der ersteren Art kann hier ganz abgesehen werden, nicht sowohl deshalb, weil sie an Bedeutung hinter der zuletzt erwähnten Forderung doch immerhin erheblich zurückstehen, als vielmehr aus dem einfachen Grunde, weil zu ihrer Ermittelung der Gebrauch unserer Sinnesorgane ohne Weiteres ausreicht, eine bacteriologische oder chemische Untersuchung also nicht in Frage kommt. Ueberdies ist die Berechtigung dieser Forderungen auch für die Laien so einleuchtend, dass es kaum der Unterstützung der hygienischen Wissenschaft bedarf, ihnen zu allgemeiner Anerkennung zu verhelfen. — Umsomehr concentrirt sich das allgemeine hygienische, und ebenso das Interesse der einzelnen Untersuchungsmethoden auf jene zweite, negative Forderung des Fehlens aller gesundheitsschädlichen Bestandtheile.

Die Stoffe dieser Art haben wir zu unterscheiden in toxische und infectiöse. Für den Nachweis der ersteren ist ausschliesslich die chemische Untersuchung competent; das ist selbstverständlich und unbestritten. Allein diese chemischen Giftstoffe spielen bei der Wasseruntersuchung, wenn man von gelegentlich vorkommenden Bleivergiftungen absieht, doch eine praktisch mehr untergeordnete Rolle, wie denn auch thatsächlich die chemische Analyse von jeher — das geht aus dem ganzen, allmählich ausgebildeten Untersuchungsgange derselben unzweideutig hervor — keineswegs ausschliesslich oder auch nur vorwiegend auf derartige Giftstoffe, sondern direct und hauptsächlich auf etwaige infectiöse oder infectionsverdächtige Stoffe gerichtet war.

In diesem Nachweis liegt denn auch in der That der eigentliche Schwerpunkt der hygienischen Wasseruntersuchung. Auch durch die neueren Erfahrungen wird diese auf Grund immer wiederkehrender ärztlicher Beobachtungen schon frühzeitig gewonnene ältere Auffassung durchaus bestätigt. Wenn daher Wolffhügel[1] noch vor wenigen Jahren sich verpflichtet hielt, gegenüber „der Annahme, dass in der Reinheit des Wassers ein wirksames Schutzmittel gegen Typhus und Cholera geboten sei", sich nur mit der grössten Reserve zu äussern, in dieser Beziehung vor einer „Uebertreibung in den Ansprüchen an die Qualität des Wassers" zu warnen, ja es geradezu ausspricht, „dass in praktischer Hinsicht die Stellungnahme der Gegner der Trinkwassertheorie entschieden den Vorzug verdient", so muss dieser Standpunkt, insbesondere nach dem von Koch in der Cholerafrage beigebrachten reichen Material, heute wohl verlassen und die **sichere Ausschliessung aller Infectionsstoffe** geradezu als die **oberste** und **allein unerlässliche Bedingung** bezeichnet werden, welche an die Qualität des Wassers vom hygienischen Gesichtspunkte aus gestellt werden muss.

Es fragt sich also, wie sich gegenüber der so präcisirten Aufgabe die Leistungsfähigkeit der beiden concurrirenden Untersuchungsmethoden verhält. Da ergiebt sich auf den ersten Blick ein grosses und unbedingtes, grundsätzliches Uebergewicht der bacteriologischen Methode. Sie allein vermag die Infectionsstoffe selbst uns zugänglich zu machen, indem sie dieselben rein darstellt und in lebendigem Zustande uns überliefert. Dies principielle Uebergewicht würde selbst dann bestehen bleiben, wenn es gelingen sollte, specifische chemische Reactionen für die Infectionsstoffe oder deren Umsetzungsproducte aufzufinden,[2] welche bekanntlich z. Z., wenigstens soweit die Wasseruntersuchung in Betracht kommt, vollständig fehlen.

Der grosse principielle Vorzug der bacteriologischen Methode erfährt indess bei der praktischen Anwendung durch eine Reihe von Umständen eine wesentliche Einschränkung Eine ganze Anzahl von Infectionsstoffen ist uns noch völlig unbekannt und entzieht sich aus diesem Grunde gänzlich der Untersuchung; von einer anderen Classe wissen wir, dass sie in der zur Untersuchung benutzten Nährgelatine entweder überhaupt nicht oder nur unter ganz besonderen, mit grossen praktischen Schwierigkeiten verknüpften Bedingungen (höhere Temperatur, Luftab-

[1] *Wasserversorgung.* Leipzig 1882. S. 116—121.

[2] Vgl. Odo Bujwid, Eine chemische Reaction der Cholerabacterien. *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 52. — Edward K. Dunham, Zur chemischen Reaction der Cholerabacterien. *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 337.

schluss u. s. w.) oder so langsam zur Entwickelung gelangt, dass sie von den stets vorhandenen sagraphytischen Bacterien überwuchert wird. Eine dritte Gruppe, zu welcher leider auch die Typhusbacillen gehören, bietet in dem Aussehen ihrer Colonieen so wenig Unterschiede dar von demjenigen zahlreicher anderer, regelmässig im Wasser vorkommender, ganz harmloser Bacterienarten und erschwert dadurch die Untersuchung, falls man wirklich z. B. mit jeder thyphusbacillenähnlichen Colonie die erforderliche differentialdiagnostische Specialuntersuchung gewissenhaft ausführen will, in so erheblicher Weise, dass die Durchführung im Grossen praktisch nicht möglich erscheint, vielmehr auf besondere Ausnahmefälle beschränkt bleiben wird. Dass der Nachweis der Cholerabacterien in Folge des höchst charakteristischen Aussehens ihrer Colonieen, welches sie schon bei schwacher Vergrösserung auch unter tausenden leicht und sicher erkennen lässt, sich verhältnissmässig einfach gestaltet, muss als ein ebenso glücklicher wie — leider — seltener Ausnahmefall bezeichnet werden.

Sind die soeben angeführten Umstände, welche einem directen Nachweis der Infectionsstoffe im Wasser hindernd im Wege stehen, mehr zufälliger Art und keineswegs in der Natur der Sache begründet, sodass wir hoffen dürfen, durch die weiteren Fortschritte der ätiologischen Forschung, durch fernere Ausbildung der bacteriologischen Methode und durch Anpassung derselben an die besonderen Eigenschaften der nachzuweisenden Infectionsstoffe, wie dies neuerdings von den Franzosen [1] versucht worden ist, auf diesem Wege noch erheblich weiter zu kommen, so bleibt schliesslich noch ein tiefer wurzelndes Hinderniss zu erwähnen, welches anscheinend bisher viel zu wenig Beachtung gefunden hat. Sehr häufig werden nämlich die Infectionsstoffe zu der Zeit, wo wir sie aufzufinden uns bemühen, gar nicht mehr im Wasser vorhanden sein, ein Umstand, dem selbstverständlich durch alle Verbesserungen der Methodik nicht abzuhelfen ist. Dies trifft namentlich häufig bei dem epidemischen Auftreten der Infectionskrankheiten zu. Hier liegt, wie die Erfahrung lehrt, zwischen der Ausführung der Untersuchung und dem Beginn der Epidemie, und weiter rückwärts bis zu dem präsumirten Hineingelangen der Infectionsstoffe in das Wasser in der Regel bereits ein so langer Zeitraum, dass es ganz begreiflich erscheint, wenn die Untersuchung keine Spur derselben mehr aufzufinden vermag. Wird es sich doch in den meisten derartigen Fällen nicht um eine dauernde, sondern um eine vorübergehende Einwirkung der krankmachenden Potenz, also, falls die ge-

[1] Chantemesse et Vidal, *Gazette heldomadaire.* 1887. p. 146—150.

machte Voraussetzung richtig ist, um eine einmalige oder doch nur kurzdauernde Verunreinigung des Wassers durch Infectionsstoffe handeln.

Nach alledem gelangen wir schliesslich zu dem für die chemische Untersuchung freilich selbstverständlichen, für die bacteriologische Untersuchung aber gewiss frappanten Resultat, dass es in der Regel weder mit der einen noch mit der anderen Methode gelingt, die Infectionsstoffe selbst im Wasser nachzuweisen.

Dieses Ergebniss, welches wir der ganzen ferneren Erörterung zu Grunde zu legen haben, ist insofern von besonderer Bedeutung, als es uns zu einer völlig neuen Formulirung des Problems und zu einer gänzlich veränderten Fragestellung zwingt. Wenn es in der Regel nicht gelingt, die Infectionsstoffe selbst mittelst der bacteriologischen Methode nachzuweisen, welchen Werth kann dann die numerisch genaue Ermittelung der im Wasser vorhandenen Bacterien, wie wir doch annehmen müssen durchweg völlig harmloser Saprophyten, noch beanspruchen? für sich allein und im Vergleich oder in Verbindung mit den Befunden der chemischen Untersuchung?

Eine Beantwortung dieser Frage ist vielfach versucht worden. Dass sie in sehr verschiedenem Sinne ausgefallen ist, kann nicht Wunder nehmen, da bei dem Mangel fester, leitender Gesichtspunkte der Willkür ein weiter Spielraum blieb.

Auf der einen Seite suchte man, ähnlich wie das mit den chemischen Wasserbestandtheilen geschehen war, den zulässigen Grenzwerth des Gehaltes an Mikroorganismen durch Untersuchung empirisch zu ermitteln. Den Ausgangspunkt bildeten dabei solche Wässer, welche entweder „notorisch gut und der Gesundheit zuträglich“ oder „nach dem Ergebniss der chemischen Analyse für gut erklärt“ waren. So natürlich auch ein derartiger Gang der Untersuchung auf den ersten Blick erscheint, so involvirt er doch einen unverkennbaren Irrthum, indem er behufs Auffindung eines hygienisch brauchbaren bacteriologischen Kriteriums für die Beschaffenheit eines guten Wassers von der Fiction ausgeht, als seien wir bereits im Besitz anderweitiger zuverlässiger derartiger Kriterien, was bekanntlich keineswegs der Fall ist. Ja, bei näherem Zusehen muss man dieser Art der Fagestellung geradezu den schweren logischen Vorwurf einer petitio principii machen. Entweder besitzen wir bereits eine zuverlässige Methode zur Beurtheilung der hygienischen Beschaffenheit eines Wassers; wozu dann eine neue Methode, deren Zuverlässigkeit aus der ersteren erst abgeleitet werden muss? Oder wir besitzen eine solche Methode nicht; wo bleibt alsdann die Zuverlässigkeit der neuen Methode?

Thatsächlich waren auch die erhaltenen Resultate sehr wenig befriedigend und einander vielfach widersprechend, sodass man schliesslich vielfach dazu gelangte, der bacteriologischen Wasseruntersuchung, soweit es sich um die einfache numerische Ermittelung der im Wasser vorhandenen entwickelungsfähigen Keime handelte, jeglichen Werth abzusprechen.

Zu einem ähnlichen Resultat kam man auf dem Wege der Deduction. Indem man der bacteriologischen Wasseruntersuchung streng die Aufgabe zuwies, die Infectionsstoffe selbst im Wasser aufzufinden, erklärte man, unter Berufung auf die völlig harmlose Natur der gewöhnlichen suprophytischen „Fäulnissbacterien", die grössere oder geringere Häufigkeit der letzteren im Wasser für gänzlich irrelevant und den zahlenmässigen Nachweis derselben, wie ihn die gewöhnliche bacteriologische Wasseruntersuchung liefert, für völlig werthlos. Viel trug hierzu ein im Wesen der bacteriologischen Methode begründeter Uebelstand bei, dessen Bedeutung schon bei den ersten unentbehrlichen Controluntersuchungen erkannt und auf den bald von den verschiedensten Seiten hingewiesen wurde, nämlich die schnelle Vermehrung der Organismen im Wasser. Es zeigte sich, dass eine solche nicht nur in jeder entnommenen Wasserprobe bei verzögerter Untersuchung, sondern auch unter natürlichen Verhältnissen in wenig benutzten Brunnen u. dergl. regelmässig stattfand und die Resultate der bacteriologischen Untersuchung, bei sonst völlig unveränderter Beschaffenheit des Wassers, in enormer Weise beeinflusste.

Wenngleich die erhobenen Einwände thatsächlich manches Richtige enthalten, wenn beispielsweise die völlige Unschädlichkeit der gewöhnlich im Wasser vorkommenden Bacterien unbedenklich zugegeben werden kann, und wenn namentlich die aus der Methode selbst entspringende, durch die rasche Vermehrung der Bacterien bedingte Fehlerquelle volle Berücksichtigung verdient, so kann allen derartigen Deductionen der Vorwurf doch nicht erspart werden, dass sie einen wichtigen Punkt, den eigentlichen Kernpunkt der Frage, gänzlich aus den Augen verlieren, nämlich die engen Beziehungen zwischen Bacterien und Infectionsstoffen.

Nicht an sich, sondern wegen ihrer nahen Verwandtschaft mit den Infectionsstoffen verdienen die Bacterien das hygienische Interesse. Dieser Fundamentalsatz findet auch auf die Beziehungen der Bacterien zum Wasser seine volle Anwendung.

Speciell für die hygienische Wasseruntersuchung ist also die bacteriologische Methode deshalb von ganz unschätzbarem Werthe, weil sie allein uns, wenn auch in der Regel nicht die Infectionsstoffe

selbst, so doch Dinge erschliesst, welche ihrer Natur nach den Infectionsstoffen ausserordentlich nahe stehen und daher wichtige Rückschlüsse auf dieselben erlauben. Sind die Bacterien die denkbar besten Surrogate für die Infectionsstoffe, um diesen aus der Desinfectionslehre geläufigen Ausdruck zu gebrauchen, so sind wir durch die bacteriologische Methode in den Stand gesetzt, wie in der Desinfectionsfrage, mit diesen Pseudo-Infectionsstoffen auch in der Wasserfrage zu experimentiren und daraus Schlüsse auf das Verhalten der echten Infectionsstoffe abzuleiten. Vor allem gewinnen wir damit, zum ersten Male ein sicheres Kriterium für eine im hygienischen Sinne wirksame Wasserreinigung und einen Maassstab zur Beurtheilung der zu diesem Zweck vorgeschlagenen Verfahren.

Dass hierin ein gewaltiger Fortschritt liegt, ist klar. Der Vergleich mit den ganz analogen Verhältnissen bei der Desinfection trifft in der That vollkommen zu, da sich nach unseren früheren Ausführungen eine Reinigung des Wassers im hygienischen Sinne ja vollkommen deckt mit dem Begriff der Desinfection. Mit demselben Rechte, mit welchem wir daher zur Prüfung eines Desinfectionsapparates uns z. B. der sporenhaltigen Gartenerde bedienen, dürfen wir auch aus der Leistungsfähigkeit eines Wasserfilters gegenüber den gewöhnlichen Wasserbacterien auf eine gleiche Wirksamkeit gegenüber den Infectionsstoffen schliessen; denn die Annahme eines übereinstimmenden Verhaltens der eigentlichen Infectionsstoffe und ihrer zur Prüfung benutzten Surrogate trifft, trotz der Verschiedenheit des wirksamen desinficirenden Princips, hier der Hitze des strömenden Wasserdampfes, dort der mechanisch die feinen suspendirten Theile zurückhaltenden Filterschicht, in beiden Fällen, soweit es sich um die bisher bekannten Infectionsstoffe handelt, nachweislich vollkommen zu, und erscheint, nach dem ganzen Stande unserer Kenntnisse, auch für die unbekannten in dem einen Falle so berechtigt, wie in dem anderen. Insbesondere macht die grosse Mannigfaltigkeit in Grösse, Form und Beweglichkeit der verschiedenen Bacterien, wie sie beispielsweise ein Flusswasser aufweist, letzteres zu einem ebenso ausgezeichneten Prüfungsobject für die Filtration, als es die sporenhaltige Gartenerde für die Desinfection darstellt. Ja geradeso, wie die Sporen der Gartenerde sich allen Desinfectionsversuchen gegenüber resistenter erwiesen haben, als irgend ein bekannter Infectionsstoff, so leisten auch, wie sich das bei Filtrationsversuchen im Kleinen ergeben hat, gerade die gewöhnlichen im Wasser vorkommenden Bacterienarten der Filtration den hartnäckigsten Widerstand.

Die hieraus zu ziehende Schlussfolgerung, dass ein Filter (oder irgend ein anderes Wasserreinigungs-Verfahren), welches gegen ein derartiges,

buntes Bacteriengemisch sich wirksam erweist, auch alle Infectionsstoffe zurückhält, lässt nur einen vernünftigen Einwand zu, nämlich den einer falschen Voraussetzung, also der, a priori ja nicht zu bestreitenden, Existenz von Infectionsstoffen, welche von den Bacterien wesentlich verschieden, nämlich unverhältnissmässig viel kleiner und daher schwerer zu filtriren waren. In diesem Falle müsste die bacteriologische Untersuchungsmethode für die Filterprüfung allerdings verlassen und der Versuch gemacht werden, sie durch eine bessere, der grösseren Feinheit jener neuen Infectionsstoffe Rechnung tragende Methode zu ersetzen. Glücklicher Weise sind aber die beiden für die Wasserversorgung hauptsächlich in Betracht kommenden Infectionsstoffe, diejenigen der Cholera und des Typhus, uns in Gestalt von Bacterien bereits bekannt, und auch im Uebrigen liegt nichts vor, welches die Basis unserer Argumentationen, uns die Infectionsstoffe, auch soweit sie uns noch unbekannt sind, in der Gestalt von Bacterien vorzustellen, ernstlich zu erschüttern und die daraus abgeleiteten hygienischen Consequenzen hinfällig zu machen im Stande wäre.

Haben wir somit in Bezug auf die Deutung der bacteriologischen Befunde zum ersten Male, und zwar sogleich für den wichtigsten Theil der ganzen hygienischen Wasserfrage, für die Frage der Wasserreinigung, einen wissenschaftlich gesicherten und praktisch fruchtbaren Standpunkt gewonnen, so findet damit auch die früher aufgeworfene Frage nach dem Werthe der chemischen und bacteriologischen Untersuchungsmethode für die Beurtheilung eines Wasserreinigungsprocesses, und speciell der Sandfiltration, ihre definitive Erledigung, und zwar entschieden zu Gunsten der bacteriologischen Methode. Letztere zeigt sich in diesem Punkte der chemischen Analyse offenbar aus denselben Gründen und in demselben Maasse überlegen, wie dort, wo es sich um den directen Nachweis der Infectionsstoffe handelte. Denn ohne Zweifel kann es ebensowenig für die Reinigung des Wassers von Infectionsstoffen, als für die Desinfection überhaupt ein chemisches Kriterium geben.

Damit können wir auch diesen Punkt, soweit er unser specielles Thema, die Berliner Wasserversorgung, berührt, für erledigt erklären und kurz etwa folgendermaassen resumiren:

„Während wir, lediglich auf die chemische Untersuchung gestützt, dem Filtrationsprocess ziemlich rathlos gegenüberstehen (wie sich übrigens auch bei Fortlassung der bacteriologischen Zahlen aus unseren Tabellen sofort ergiebt), kann es keinem Zweifel unterliegen, dass wir in der Verminderung des Bacteriengehaltes den richtigen

Maassstab für die hygienische Leistung eines Wasserfilters und somit in der bacteriologischen Untersuchungsmethode das Mittel zu einer wirksamen Filtercontrole besitzen."

Wenn dieses Ergebniss an Klarheit und Bestimmtheit kaum etwas zu wünschen übrig lässt, so müssen wir doch anerkennen, dass nicht leicht in einem anderen Falle der Wasserversorgung alle Verhältnisse so klar und durschsichtig sind, wie bei der künstlichen Wasserfiltration, und dass wir das uns beschäftigende Problem in diesem speciellen Falle gleichsam auf seine einfachste Form zurückgeführt sehen. Immerhin liegt darin eine Anregung, zu versuchen, ob der gewonnene Gesichtspunkt nicht auch für andere, verwickeltere Fälle der Wasserversorgung sich fruchtbar erweist und eine weitere Klärung der Fragen herbeizuführen vermag. Eine, wenn auch flüchtige Umschau in diesem Sinne möge daher zum Schluss gestattet sein.

Es wird sich dabei empfehlen, die Frage der Wasserversorgung auch ferner unter dem Gesichtspunkt eines Desinfectionsproblems zu behandeln und daher zunächst der Frage näher zu treten, unter welchen Umständen ein Wasser als inficirt anzusehen ist.

Denn ebensowenig, wie wir es als die Aufgabe einer rationell gehandhabten Desinfection betrachten, alles niedere organische Leben in weitem Kreise ringsum in blindem Eifer schonungslos zu vernichten, vielmehr unter Concentration aller Kräfte und unter sorgfältiger Auswahl des Angriffsobjectes die Infectionsstoffe dort aufsuchen und zu zerstören suchen, wo sie erfahrungsgemäss zu finden oder mit Recht zu vermuthen sind, ebenso werden wir uns in der Wasserfrage vor der extremen Forderung zu hüten haben, etwa das sämmtliche für den menschlichen Haushalt bestimmte Wasser vor dem Gebrauch einer — im bacteriologischen Sinne wirksamen — Reinigung unterziehen, d. h. nur völlig keimfreies Wasser zulassen zu wollen. Abgesehen von der praktischen Undurchführbarkeit des Vorschlages würden wir uns damit auch insofern einer Inconsequenz schuldig machen, als wir eine derartige Anforderung bei den übrigen menschlichen Nahrungsmitteln keineswegs allgemein erheben, vielmehr, worauf vielfach mit Recht aufmerksam gemacht worden ist, oft nicht unbeträchtliche Mengen von Bacterien unbeanstandet, und erfahrungsgemäss auch ohne üble Folgen, zuzulassen pflegen. Wenn wir uns demnach der Meinung jener hygienischen Puristen nicht anschliessen können, welche das Wasser, wie es in der Natur vorkommt und namentlich im Boden in grossen Massen aufgespeichert ist, auch im günstigsten Falle nur als „ein mehr oder minder verdünntes Extract aus Leichen, Dungstoffen und Culturabfällen aller Art" und daher als einen unter allen Umständen höchst verdächtigen, zum Ge-

nussund zum häuslichen Gebrauch ungeeigneten Stoff betrachten, somüssen wir umsomehr an unserer gemässigten Forderung, wonach ein Wasser vor Allem keine Infectionsstoffe enthalten soll, festhalten, welche nicht allein selbstverständlich an sich, sondern auch praktisch von um so grösserer Bedeutung ist, als in der That kaum ein anderes Nahrungsmittel in solcher Ausdehnung in völlig rohem, unpräparirtem Zustande genossen wird.

Da uns nun auf die Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Infectionsstoffen in der Regel weder die bacteriologische noch die chemische Untersuchung eine strikte Antwort zu geben im Stande ist, so werden wir gezwungen, unser Urtheil wesentlich auf die äusseren Umstände, von welchen die Möglichkeit einer Infection abhängt, zu stützen, und nur dasjenige Wasser ohne Weiteres zuzulassen, welches gegen jede Infection geschützt erscheint. Wir werden daher eine Reihe verschiedener Fälle je nach ihren äusseren Umständen, speciell je nachdem diese die Möglichkeit einer Infection zu begünstigen oder auszuschliessen scheinen, ganz verschieden zu beurtheilen und vor Allem auch die chemischen und bacteriologischen Resultate ganz verschieden zu deuten haben.

Es treten uns hier zwei grosse Gruppen entgegen, auf der einen Seite das jeder möglichen Verunreinigung ausgesetzte Oberflächenwasser, wozu in diesem Sinne auch das Flusswasser zu rechnen ist, auf der anderen Seite das gegen Verunreinigung in der Regel durch viele Meter dicke Erdschichten geschützte Grundwasser.

Das Oberflächenwasser werden wir, ganz unabhängig von dem, was die Untersuchung etwas ergiebt, unter allen Umständen für infectionsverdächtig erklären müssen, weil die Möglichkeit einer Infection bei der grossen Verbreitung der Infectionsstoffe in der That jeden Augenblick gegeben ist, auch wenn die sonstige Beschaffenheit des Wassers eine völlig tadellose wäre. Genügt doch nach unserer heutigen Auffassung ein einziger, „zufällig“ hineingelangter Cholerastuhl, um einen Krystallquell zum Ausgangspunkte einer mörderischen Epidemie zu machen, ohne dass die einige Zeit vor oder nach dieser „secundären“ Verunreinigung vorgenommene Untersuchung auch nur den mindesten Anhalt dafür zu geben brauchte.

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Grundwasser. Nach allem, was die mit den nöthigen Vorsichtsmaassregeln ausgeführten Untersuchungen desselben ergeben, und in voller Uebereinstimmung mit den früher geschilderten Anschauungen und Erfahrungen über die Wirkung der künstlichen Sandfiltration können wir nicht umhin, das Grundwasser im Allgemeinen und vorbehaltlich des im einzelnen Falle besonders zu führenden Nachweises als ein gut filtrirtes und gegen Infections-

stoffe sicher geschütztes Wasser anzusehen und zum Gebrauch zuzulassen.

Eine selbstverständliche Bedingung muss dabei allerdings gestellt werden, dass nämlich dieses gut filtrirte Wasser nicht wieder neuen Verunreinigungen durch die Art seiner Entnahme und Aufbewahrung ausgesetzt werde, wie das leider bei unseren heutigen Brunnenverhältnissen noch überwiegend der Fall ist. Ebenso wie wir das künstlich filtrirte Wasser nicht in offenen Rinnsalen durch die Strasse leiten, sondern in geschlossenen, gegen secundäre Infection geschützten Röhren den Verbrauchsstellen zuführen, ebenso selbstverständlich erscheint eine gleiche Forderung für das Grundwasser. Eine offene Anerkennung dieser Thatsachen und ihrer Consequenzen dürfte von grösserem hygienischen Werthe sein, als die immer von Neuem unternommenen, aussichtslosen Versuche, durch Feststellung imaginärer chemischer oder bacteriologischer Grenzwerthe ein **absolutes Kriterium** für die Zulässigkeit oder Verwerflichkeit eines Brunnenwassers zu finden. Es möge daher geradezu einmal ausgesprochen werden, dass die überwiegende Mehrzahl aller vorhandenen offenen oder mangelhaft geschlossenen Kesselbrunnen, weil sie keinen hinreichenden Schutz bieten gegen das Hineingelangen von secundären Verunreinigungen in den Brunnenkessel, ganz unabhängig von dem Resultat einer vorgenommenen Wasseruntersuchung wegen Mangels einer cardinalen Anforderung geradezu als **hygienische Monstra** zu bezeichnen sind, deren Ersatz durch Röhrenbrunnen dringend verlangt werden muss. Dass es sich dabei keineswegs um eigentliche, die erste undurchlässige Erdschicht durchsetzende Tiefbrunnen zu handeln braucht, geht wiederum aus der Wirksamkeit der kaum meterdicken künstlichen Sandfilter schlagend hervor.

Gewinnt somit das Wasser in einem nicht absolut wasserdicht construirten, also praktisch fast in jedem Brunnen, im hygienischen Sinne den Charakter eines gegen Verunreinigungen mangelhaft geschützten Oberflächenwassers, so kommt noch hinzu, dass in viel höherem Grade als bei Oberflächenwasser anderer Art, z. B. bei Flüssen oder Teichen, gerade bei dem Brunnenwasser wegen der Nähe des menschlichen Haushaltes die Gelegenheit zu Verunreinigungen infectiöser Art gegeben ist. Man braucht dabei keineswegs ausschliesslich oder auch nur vorwiegend an constante Zuflüsse aus undichten Senkgruben oder anderen Fäulnissheerden in der Umgebung zu denken, deren eventuelle Gefahren ja heutzutage allgemein bekannt sind, und ;welche sich überdies durch das Auftreten chemisch nachweisbarer Zersetzungsproducte in dem Wasser bald genug bemerklich zu machen pflegen. Min-

destens ebenso bedenklich sind die unscheinbaren, auch noch keineswegs überall in ihrer Bedeutung richtig gewürdigten Verunreinigungen durch Wasch- und Spülwässer, welche bei der weitverbreiteten Gewohnheit, Reinigungsprocesse aller Art in unmittelbarer Nähe der Brunnen selbst vorzunehmen und Schmutzstoffe daselbst auszugiessen, nur allzu leicht Infectionsstoffe den Brunnen zuführen können, da für zweckmässige Beseitigung des Schmutzwassers in vielen Fällen nicht ausreichend Sorge getragen ist. Derartige Verunreinigungen mit ganz frischen Infectionsstoffen, welche nach unseren heutigen ätiologischen Anschauungen ganz besonders zu fürchten sind, werden aber, weil sie durch keinerlei Putrescenz-Erscheinungen angekündigt werden, auch in der Regel nicht dauernd, sondern nur vorübergehend auf den Brunnen einwirken, sich um so leichter der Untersuchung entziehen und durch eine zu beliebiger Zeit vorgenommenen Analyse nur ausnahmsweise nachzuweisen sein.

Unter diesen Umständen sieht sich die Hygiene bei der Beurtheilung des Brunnenwassers in der That vor eine ganz besonders schwierige Aufgabe gestellt. Einfach und klar, nämlich in jeder Beziehung analog den Verhältnissen bei der künstlichen Sandfiltration, liegt die Frage nur bei den Röhrenbrunnen, weil bei diesen das durch den Boden filtrirte Wasser vor secundären Verunreinigungen der oben geschilderten Art völlig geschützt erscheint. Hier wie dort müssen daher die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung, weil sie uns ein entscheidendes Kriterium über die Wirksamkeit des Filtrationsprocesses und damit einen directen Maassstab für die „Güte" des Wassers im hygienischen Sinne darbieten, auch für die zu stellenden Anforderungen maassgebend und für die Beurtheilung entscheidend sein, während die chemische Zusammensetzung in belden Fällen von untergeordneter Bedeutung ist.

Es fragt sich, wie niedrig wir den zulässigen Maximalgehalt an Bacterien pro 1 ccm zu fixiren haben. Principiell muss selbstverständlich von einer wirksamen Filtration eines suspecten Wassers die Beseitigung aller Mikroorganismen verlangt werden, da nur unter dieser Voraussetzung, wie bei der Desinfection überhaupt, der Rückschluss auf die Zurückhaltung, bez. Beseitigung auch der Infectionsstoffe berechtigt erscheint.

Wenn wir an dieser Forderung überall da streng festhalten, wo die Entnahme der zu untersuchenden Wasserproben mit allen Cautelen vor sich gehen kann, z. B. bei der Filtration im Kleinen, so müssen wir doch anerkennen, dass bei jeder Wassergewinnung im Grossen, sowohl bei den Sandfiltern als bei den Röhrenbrunnen „stets eine gewisse Anzahl von

Bacterien zu finden sein wird, da eine vorherige Sterilisation aller Apparate, Materialien, Leitungen u. s. w., sowie ein dauernder Schutz derselben vor den beispielsweise aus der Luft hineinfallenden Bacterien im Grossen eben nicht durchführbar ist. Wir sind daher in diesen Fällen berechtigt, eine gewisse Menge Bacterien gleichsam als einen unvermeidlichen Versuchsfehler zuzulassen.

Eine in diesem Sinne aufgestellte „bacteriologische Grenzzahl" hat jedoch eine wesentlich andere Bedeutung als die bekannten „chemischen Grenzwerthe" und ist mit denselben nicht zu verwechseln. Wenn für das Berliner Leitungswasser, wie in einem früheren Theile dieses Berichtes geschehen, 300 Keime pro 1 ccm als Grenzwerth angenommen wurden, so lehrt ein Blick auf die Tabellen der bacteriologischen Ergebnisse (S. 449 und 458), dass für die eigentlichen Filterwerke (Spalte 2 u. 4) diese Zahl erheblich niedriger, vielleicht auf 150 oder selbst 50 pro Cubikcentimeter hätte normirt werden können. Dass es sich dabei keineswegs um einen gewissen, der Filtration sich entziehenden Procentsatz der im ungereinigten Wasser enthaltenen Bacterien handelt, sondern, wie oben angedeutet, um einen aus anderen Quellen fliessenden constanten und unvermeidlichen Versuchsfehler, zeigt sich dabei auf das Schlagendste. Denn ganz gleichgültig, ob das unfiltrirte Wasser 1000 oder 30,000 Keime enthielt, schwanken die Zahlen des frischfiltrirten Wassers nur innerhalb der erwähnten engen Grenzen, während sie im anderen Falle den Schwankungen des Schmutzwassers parallel gehen müssten.

Hiermit stimmen auch die an anderen Orten, z. B. in London gemachten Erfahrungen überein und es dürfte somit auch empirisch hinreichend begründet sein, für analoge Verhältnisse, d. h. für eine normale Sandfiltration und frisch filtrirtes Wasser einen Keimgehalt von durchschnittich 50 und höchstens 150 pro 1 ccm als bacteriologischen Grenzwerth festzuhalten. Unserer Auffassung dieses Grenzwerthes als eines Versuchsfehlers entspricht es dabei durchaus, für andere Verhältnisse, z. B. für das aus den Leitungen in der Stadt entnommene Wasser eine etwas höhere Zahl, bis zu 300 pro 1 ccm zuzulassen, wie das im vorliegenden Berichte geschehen ist, weil der verlängerte Weg eine Vergrösserung dieses Versuchsfehlers bedingt.

Andererseits werden wir an Röhrenbrunnen mit Rücksicht auf die relativ einfache Construction derselben mindestens die gleichen Anforderungen stellen dürfen, wie an eine grosse Filteranlage. Vielleicht zeigt die weitere Erfahrung, dass bei ihnen der vorläufig festzuhaltende Grenzwerth von 50 bis 150 Keimen pro 1 ccm noch erniedrigt werden kann.

Bei Beurtheilung des gewöhnlichen Brunnenwassers werden wir von oben näher begründeten Auffassung auszugehen haben, dass jeder offene oder mangelhaft geschlossene, d. h. nicht absolut wasserdicht construirte Kesselbrunnen als gegen Infectionsstoffe nicht hinreichend geschützt anzusehen und deshalb vom hygienischen Standpunkte zu beanstanden ist. Kein noch so günstiger Ausfall der bacteriologischen oder chemischen Untersuchung kann uns berechtigen, gegenüber einer so offenbaren, jederzeit bestehenden Gefahr, deren thatsächliches Eintreffen lediglich von äusseren Zufälligkeiten abhängt, das Wasser eines derartigen Brunnens für gut und brauchbar zu erklären.

Von diesem Gesichtspunkte aus muss die Untersuchung des gewöhnlichen Brunnenwassers, sowohl die chemische als die bacteriologische, an Bedeutung erheblich verlieren; ja eine consequente Festhaltung desselben führt zu einer ebenso einfachen als radicalen Lösung des Problems, nämlich dazu, sämmtliche derartige Brunnen ohne vorige Untersuchung ohne Weiteres zu schliessen. Damit wäre denn auch die viel ventilirte, schwierige und verwickelte Frage nach der „normalen Beschaffenheit eines guten Brunnenwassers“ einfach aus der Welt geschafft.

Kommt eine derartige radicale Maassregel beim Ausbruch z. B. einer Cholera-Epidemie in der That ernstlich in Frage, so wird doch mit den einmal vorhandenen Brunnen voraussichtlich noch eine Zeitlang zu rechnen sein und deshalb die soeben scheinbar erledigte Frage immer von neuem wieder auftauchen.

Auf eine stricte Beantwortung derselben, in dem Sinne wie sie früher vielfach versucht wurde, müssen wir aus den angegebenen Gründen verzichten. Es bleibt uns nur übrig, gewisse hygienische Minimal-Anforderungen zu formuliren, jedoch unter dem steten Vorbehalt, dass auch bei Innehaltung derselben eine Garantie für die gute Beschaffenheit des Wassers nicht gegeben ist.

Abgesehen von der selbstverständlichen Sorge für eine möglichst wasserdichte Construction des Brunnens, namentlich seiner oberen Decke, für die möglichste Fernhaltung aller oben erwähnten verdächtigen Stoffe aus der Nähe desselben muss von einem gewöhnlichen Brunnenwasser mindestens verlangt werden, dass es ebenso gut filtrirt sei als bei der künstlichen Sandfiltration oder bei Röhrenbrunnen, und dass dieser Nachweis durch die bacteriologische Untersuchung erbracht werde. In diesem Sinne behält letztere auch für die Brunnenuntersuchung trotz zahlreicher, in der Regel von falschen Voraussetzungen ausgehender Einwände, ihre unbestreitbare Bedeutung.

Daneben wird aber auch die chemische Zusammensetzung des

Brunnenwassers volle Beachtung verdienen, weil sie uns unter Umständen auf das Vorhandensein von Infections- oder infectionsverdächtigen (Fäulniss-) Heerden aufmerksam macht, deren blosse Nähe mit Rücksicht auf den mangelhaften Schutz der Brunnen gegen verunreinigende seitliche Zuflüsse schon bedenklich erscheinen muss.

Versuchen wir eine genauere Formulirung dieser Forderungen, so stossen wir auf zum Theil unüberwindliche, zum Theil jedoch nur scheinbare Schwierigkeiten.

Was zunächst die bacteriologische Untersuchung angeht, so verdient vor allem die bereits mehrfach hervorgehobene rasche Vermehrung der Bacterien im Wasser unsere Aufmerksamkeit und es ist selbstverständlich, dass der störende Einfluss derselben bei der Untersuchung ausgeschaltet werden muss. Dies kann nur durch eine möglichst vollständige Erneuerung der Wassermasse, d. h. durch energisches Abpumpen des Brunnens und durch Benutzung ganz frischen Wassers für die Untersuchung geschehen.

Eine wirksame Bodenfiltration vorausgesetzt, muss alsdann ein rapides Sinken des vorher vielleicht beträchtlichen Keimgehaltes eintreten, wenn auch nicht bis zum völligen Verschwinden, so doch bis zu einer gewissen niedrigen Grenze, welche von der Grösse des schon mehrfach erwähnten, auch hier wiederum sich geltend machenden „unvermeidlichen Beobachtungsfehlers" abhängt. Wir sind daher umgekehrt berechtigt, die Innehaltung einer gewissen niederen Grenzzahl — selbstverständlich nach vorherigem genügenden Abpumpen des Brunnens — als ein Kennzeichen für die Wirksamkeit der Filtration unter unseren Minimalforderungen mit aufzunehmen. Im Allgemeinen dürfte dieselbe mit 300 Keimen pro 1 ccm nicht zu niedrig gegriffen sein, wenngleich sich über eine derartige genaue Feststellung ja streiten lässt.

Thatsächlich ist eine viel stärkere Abnahme, ja ein fast völliges Verschwinden des Keimgehaltes auch bei sehr keimreichen Brunnen nach langdauerndem Abpumpen vielfach beobachtet worden. Die betreffenden Beobachter haben daraus freilich in der Regel nur den Schluss gezogen, dass die bacteriologische Methode wegen ihrer zu stark schwankenden, je nach der verschiedenen Inanspruchnahme des Brunnens direct sich widersprechenden Ergebnisse für die Brunnenwasseruntersuchung, und, da man sich bei der Discussion mit einer gewissen einseitigen Vorliebe gerade auf dieses schwierige Gebiet zu beschränken pflegte und die anderen Fälle der Wasserversorgung in der Regel gar nicht besonders berücksichtigte, wohl gar für die Wasseruntersuchung überhaupt nichts tauge. Die eigentliche,

jedenfalls für die Hygiene wichtigste Consequenz jener Beobachtung, dass sie nämlich einen schlagenden Beweis liefert für die völlig ausreichende filtrirende Kraft des Bodens, also eine für die ganze Auffassung der Brunnenfrage geradezu grundlegende Thatsache wurde dabei vollständig übersehen. Uns scheint im Gegentheil der unschätzbare hygienische Werth der bacteriologischen Methode bei dieser Gelegenheit wieder auf das Glänzendste sich zu erweisen, da wir nur mit ihrer Hülfe zu richtigen, auf die uns immer in erster Linie interessirenden Infectionsstoffe übertragbaren Vorstellungen über die im Boden sich abspielenden Vorgänge gelangen.

Wir können demnach der an das Brunnenwasser in bacteriologischer Hinsicht zu stellende Minimalforderung in Gestalt einer, vorläufig auf höchstens 300 Keime pro Centimeter festzusetzenden Grenzzahl, deren weitere Correctur der Erfahrung vorbehalten bleibt, einen bestimmten und motivirten Ausdruck geben.

Grösser, und zum Theil unüberwindlich sind die Schwierigkeiten, welche sich der Aufstellung bestimmter Grenzwerthe für die chemische Zusammensetzung des Brunnenwassers, und überhaupt der sicheren Deutung der chemischen Befunde entgegenstellen.

Dass wir aus letzteren weder Schlussfolgerung über das Vorhandensein oder Fehlen von Infectionsstoffen, noch auch über die Wirksamkeit oder Unwirksamkeit der Bodenfiltration ableiten dürfen, wurde bereits mehrfach betont. Aber selbst darüber gehen die Ansichten noch auseinander, aus welchen Bestandtheilen, und besonders aus welchen Mengen derselben auf die Anwesenheit verdächtiger Fäulniss-Herde in der Nähe des Brunnens geschlossen werden darf.

Es würde den Rahmen dieser Arbeit weit überschreiten, wollten wir in eine specielle Discussion dieser Frage eintreten. In dieser Beziehung sei daher auf die eingehenden Darlegungen Wolffhügels (Wasserversorgung l. c. p. 83 Der chemische Befund und sein diagnostischer Werth, p. 134 Die Deutung des Untersuchungsergebnisses der chemischen Analyse) verwiesen und nur hervorgehoben, dass chemische Grenzwerthe stets ein relativer Begriff bleiben und niemals eine allgemeine, sondern nur eine beschränkte, locale Bedeutung besitzen. In diesem beschränkten Sinne werden sie aber gerade für die Brunnenuntersuchung auch fernerhin Beachtung verdienen und es wird ein Gebot der Vorsicht sein, auch in chemischer Beziehung an das Brunnenwasser die strengsten Anforderungen, namentlich hinsichtlich des Gehalts von Ammoniak, salpetriger Säure und Chloriden zu stellen, wenngleich die genaue Präcisirung dieser Anforderungen und also die definitive Entscheidung der Untersuchung des speciellen Falles überlassen bleiben muss. —

Bevor wir dieses Capitel verlassen, möge noch ein bisher geflissentlich ausser Acht gelassener Gesichtspunkt Erwähnung finden, welcher in den Erörterungen über die Trinkwasserfrage vielfach eine grosse Rolle spielt, nämlich das Verhalten des Wassers als eines Nährbodens für die pathogenen Organismen.

Man hat versucht, gewisse chemische Anforderungen an die Reinheit des Wassers damit zu begründen, dass dasselbe keine „Nährlösung" für infectiöse Mikroorganismen abgeben dürfe. Umgekehrt hat man aus der grösseren oder geringeren Menge der im Wasser gefundenen Organismen Rückschlüsse gemacht auf seine grössere oder geringere Fähigkeit, als Nährboden für Bacterien — also auch für Infectionsstoffe zu dienen — und darnach die Güte desselben beurtheilt.

Dieser Gesichtspunkt scheint uns die Frage unnöthig zu compliciren, zumal es zur Zeit noch durchaus an den erforderlichen Unterlagen für derartige Argumentationen fehlen dürfte. Es wird sich vielmehr empfehlen, an der im Vorstehenden durchgeführten Behandlung der Wasserversorgungsfrage als eines Desinfectionsproblems festzuhalten und auch praktisch das ganze Schwergewicht auf die Fernhaltung der Infectionsstoffe zu legen. Wenn sie nicht in das Wasser hineingelangen, werden sie sich in demselben auch nicht vermehren. —

Von den gebräuchlichen Arten der Wasserversorgung sei schliesslich auch das Quellwasser noch kurz erwähnt. Es wird in jedem einzelnen Falle von den äusseren Umständen, von Lage, Ursprung, Fassung der Quelle u. s. w. abhängen, ob wir das Quellwasser zu dem gut und sicher filtrirten, oder zu dem suspecten gegen secundäre Verunreinigungen mangelhaft geschützten Grundwasser zu rechnen und daher nach Analogie der Röhrenbrunnen oder der Kesselbrunnen zu beurtheilen haben. —

Wenn somit das uns beschäftigende Problem, die hygienische Beurtheilung des Wassers auf Grund der Ergebnisse der chemischen und bacteriologischen Untersuchung, sich erheblich complicirter gestaltet, als es Anfangs den Anschein hatte und früher vielfach angenommen wurde, wenn wir vor allem darauf verzichten müssen, allgemein gültige, objective, chemische oder bacteriologische Kriterien für gutes und schlechtes, brauchbares und unbrauchbares Wasser aufzustellen, vielmehr eine Reihe verschiedener Fälle unterscheiden und je nach der Verschiedenheit der äusseren Umstände verschieden beurtheilen müssen, so lässt sich doch eine gewisse Formulirung unseres heutigen Standpunktes vielleicht in folgender Weise vornehmen:

1. Von allen Anforderungen, welche vom hygienischen Standpunkte an die Beschaffenheit des für den menschlichen Gebrauch bestimmten Wassers zu stellen sind, ist die wichtigste **das Freisein von Infectionsstoffen.**

Die Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen der letzteren bildet daher den **Hauptgegenstand der hygienischen Wasseruntersuchung.**

2. Ein **directer Nachweis von Infectionsstoffen** im Wasser ist mit Hülfe der chemischen Analyse überhaupt nicht und mit Hülfe der bacteriologischen Untersuchung nur in seltenen Ausnahmefällen zu führen.

3. Die **hygienische Bedeutung der bacteriologischen Wasseruntersuchung** beruht — abgesehen von dem directen Nachweis von Infectionsstoffen — auf den engen Beziehungen zwischen Bacterien und Infectionsstoffen, welche uns zu gewissen Rückschlüssen aus dem Verhalten der einen auf dasjenige der anderen berechtigen.

Speciell für die **Beurtheilung eines Wasserreinigungsverfahrens** besitzen wir in der **bacteriologischen Untersuchungsmethode ein zuverlässiges Kriterium und einen richtigen Maassstab.**

Ein chemisches Kriterium dieser Art giebt es nicht.

4. Der Mangel eines sicheren objectiven Kriteriums für das Vorhandensein oder Fehlen von Infectionsstoffen im Wasser zwingt dazu, alles Wasser, welches gegen das Hineingelangen von Infectionsstoffen nicht hinreichend geschützt erscheint, als **infectionsverdächtig** vom Gebrauche auszuschliessen und die Entscheidung hierüber von **äusseren Umständen** abhängig zu machen.

5. Alles **Oberflächenwasser** — wozu in diesem Sinne auch das Flusswasser gehört — ist als **infectionsverdächtig** anzusehen und nur nach vorhergegangener wirksamer Reinigung zum Gebrauch zuzulassen.

6. Ein **Wasserreinigungsverfahren** gewährt nur dann einen zuverlässigen Schutz gegen Infectionsstoffe, wenn es **alle Mikroorganismen aus dem Wasser entfernt,** also steriles Wasser liefert. **Im Kleinen,** z. B. bei Hausfiltern, ist an dieser principiellen Forderung streng festzuhalten. Dagegen wird bei Verhältnissen **im Grossen** ein gewisser Keimgehalt des filtrirten Wassers auch bei vollkommen wirksamer Filtration

unvermeidlich, und deshalb — im Sinne eines nicht zu beseitigenden Versuchsfehlers — in praxi zuzulassen sein. Die Grösse desselben hängt von den äusseren Verhältnissen ab.

7. Für eine normal betriebene **künstliche Sandfiltration** ist der zulässige Keimgehalt nach den bisherigen Erfahrungen auf 50 bis höchstens 150 pro 1 ccm des frisch filtrirten Wassser und auf höchstens 300 pro 1 ccm im Leitungswasser der Stadt festzusetzen.

8. Das **Grundwasser** ist im Allgemeinen als **wirksam filtrirt** und gegen das Hineingelangen von Infectionsstoffen hinreichend geschützt, und daher, sofern eine Verunreinigung bei der Entnahme ausgeschlossen erscheint, als zum menschlichen Gebrauch geeignet zu betrachten.

9. Die Mehrzahl der heute vorhandenen **gewöhnlichen Brunnen** (offenen oder mangelhaft geschlossenen **Kesselbrunnen**) gewährt, auch bei vorzüglich filtrirtem Grundwasser, keinen hinreichenden Schutz gegen das nachträgliche Hineingelangen von Infectionsstoffen, ja erscheint geradezu, bei der Nähe des menschlichen Haushaltes, der Gefahr einer Infection, zumal in Zeiten einer Epidemie, in hohem Maasse ausgesetzt. Ein allgemeiner Ersatz derselben durch geschlossene **Röhrenbrunnen** erscheint daher dringend erforderlich. Um eigentliche, die erste undurchlässige Bodenschicht durchsetzende **Tiefbrunnen** braucht es sich dabei keineswegs zu handeln, vielmehr darf nach den bei der künstlichen Sandfiltration gemachten Erfahrungen die filtrirende Kraft einer nur wenige Meter dicken Bodenschicht im Allgemeinen, und vorbehaltlich der speciellen Prüfung im einzelnen Falle, als ausreichend angesehen werden.

10. **Röhrenbrunnen** sind wie **künstliche Filteranlagen** zu beurtheilen. Die bacteriologische Untersuchung ist dabei von entscheidender, die chemische Untersuchung von untergeordneter Bedeutung. An die filtrirende Kraft derselben sind mindestens die gleichen Ansprüche zu stellen, wie an eine grosse Filteranlage. Der — in dem früher erläuterten Sinne — zulässige Keimgehalt ist daher auch bei Röhrenbrunnen, vorbehaltlich weiterer Erfahrungen, auf 50 bis höchstens 150 pro 1 ccm festzusetzen.

11. Auch der günstigste Ausfall der Untersuchung beweist nichts für die Güte eines Brunenwassers, so lange die **Möglichkeit einer secundären Verunreinigung des Brunnens** jederzeit gegeben ist (vgl. oben Nr. 9). Die Aufstellung bestimmter Kriterien für die Güte des Wassers ist daher in solchen Fällen aussichtslos.

Mit dieser Einschränkung und lediglich im Sinne einer **Minimalforderung**, müssen an derartige **hygienisch mangelhafte Brunnen**, falls sie überhaupt noch benutzt werden sollen, abgesehen von dem auch in diesem Falle unerlässlichen, durch die bacteriologische Untersuchung zu führenden **Nachweise einer wirksamen Filtration** noch **besonders strenge Anforderungen in chemischer Beziehung gestellt werden**.

Die zulässige **bacteriologische Maximalgrenze** erscheint mit 300 Keimen pro 1 ccm — selbstverständlich nach genügenden Abgängen des Brunnens — als nicht zu niedrig gegriffen.

In chemischer Beziehung kommt besonders der Gehalt an Chloriden, salpetriger Säure und — wenigstens bei Flachbrunnen — an Ammoniak in Betracht. Eine generelle Formulirung der chemischen Anforderungen und die Aufstellung allgemeingültiger chemischer Grenzwerthe für das Brunnenwasser erscheint nicht angängig; vielmehr muss die Beurtheilung dem speciellen Falle vorbehalten bleiben, da die **chemischen Befunde** nur eine **relative Bedeutung** haben.

12. Die Beziehungen der Bacterien und speciell der organisirten Infectionsstoffe zum Wasser als einem, je nach seiner chemischen Zusammensetzung, besseren oder schlechteren **Nährboden** für dieselben, sind noch zu unvollständig bekannt, um daraus bestimmte hygienische Anforderungen an die chemische Zusammensetzung des Wassers abzuleiten. Dieser Gesichtspunkt muss daher für die hygienische Beurtheilung des Wassers vorläufig **ausser Betracht bleiben.**

Erklärung der Abbildungen.

Tafel III.

Modell der Füllung eines Sandfilters der Berliner Wasserwerke (Station Stralau), ausgeführt in halber natürlicher Grösse, durch die photographische Aufnahme im Verhältniss von 1:4 (genauer 11:40) verkleinert.

Die wirklichen Abmessungen der einzelnen Schichten sind folgende (vgl. S. 403):

Filterschicht	feiner scharfer Sand	22″	englisch	= 559 mm	
	grober Sand	2″	„	= 51 „	
Uebergangsschicht	feiner Kies	6″	„	= 152 „	
	mittlerer Kies	5″	„	= 127 „	
	grober Kies	3″	„	= 76 „	
Packung	kleine Feldsteine	4″	„	= 102 „	davon nur 10″ = 255 mm im Modell
	grosse Feldsteine	12″	„	= 305 „	
	zusammen	54″	englisch	= 1372 mm	

Tafel IV.

Plan von Berlin mit dem Rohrnetz der Wasserleitung und den zehn Entnahmestellen. Letztere sind mit denselben Nummern (1 bis 10) wie in dem Berichte selbst bezeichnet, nämlich (vgl. S. 418):

Nr. 1. Stralauer Werk, an der Schöpfstelle.
Nr. 2. Stralauer Werk, nach der Filtration, im Reinwasserbehälter.
Nr. 3. Tegeler Werk, an der Schöpfstelle.
Nr. 4. Tegeler Werk, nach der Filtration, im Reinwasserbehälter.
Nr. 5. Charlottenburger Sammelbehälter.
Nr. 6. *W.* Wilhelmstrasse Nr. 75 (Küche des Castellans im Auswärtigen Amt).
Nr. 7. *SW.* Friedrichstrasse Nr. 41/42 (Friedrich Wilhelms-Gymnasium).
Nr. 8. *SO.* Schmidstrasse Nr. 16 (Gemeindeschule).
Nr. 9. *N.* Friedrichstrasse Nr. 126 (Friedrichs-Gymnasium).
Nr. 10. *C.* Weinmeisterstrasse Nr. 15 (Sophien-Gymnasium).

Die Entnahmestellen Nr. 3, 4 und 5 (Tegel und Charlottenburg) liegen ausserhalb des Planes und sind nur angedeutet.

Tafel V.

Photogramme von Gelatine-Platten-Culturen in natürlicher Grösse.

Fig. 1. Spreewasser vor der Filtration, 1 ccm; 3500 Colonieen, darunter 200 verflüssigende.

Fig. 2. Spreewasser nach der Filtration, 1 ccm; 45 Colonieen, darunter 7 verflüssigende.

Fig. 3. Wasser des Tegeler Sees vor der Filtration, 1 ccm; 700 Colonieen, darunter 40 verflüssigende.

Fig. 4. Leitungswasser in der Stadt, 1 ccm; 120 Colonieen, darunter 20 verflüssigende.

School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY 1925

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Der Keimgehalt der Wände und ihre Desinfection.

Von

Dr. E. Esmarch,
Assistenten am hygienischen Institut zu Berlin.

Im Laufe der letzten Jahre haben wir durch eingehende Versuche erprobte Methoden zur Desinfection sowohl unseres eigenen Körpers, als auch der meisten Gegenstände unserer Umgebung, die wir als eventuelle Infectionsträger und Verbreiter ansehen müssen, gefunden.

Wir desinficiren unsere Hautdecken und die Wunden derselben mit Sublimat und Carbol und das Gespenst der Wundinfectionskrankheiten zeigt sich, Dank der rationellen Anwendung dieser Desinficientien, nur selten noch in unseren Krankenhäusern.

Verdächtige Kleider, Wäsche, Betten u. s. w. werden durch strömenden, bez. gespannten Dampf mit absoluter Sicherheit in unseren Desinfectoren in kurzer Zeit sterilisirt, und auf diese Weise zur gefahrlosen Weiterbenutzung wieder tauglich gemacht.

Anders steht es bislang noch mit den Wänden unserer Wohnungen, von denen man unter Umständen gewiss erwarten kann, nicht allein, dass sie Infectionsstoffe beherbergen können, sondern dass sie dieselben auch wiederum an ihre Umgebung abgeben und auf diese Weise eine Infection der Bewohner bewirken können.

In dieser Befürchtung hat man auch schon seit lange eine Desinfection der Wände nach Krankheitsfällen in der betreffenden Wohnung angestrebt, allein alle diese bisher üblichen Methoden entbehrten gänzlich einer wissenschaftlichen Grundlage und haben sich daher auch bei eingehenderer Prüfung derselben meist als vollkommen unzureichend und fehlerhaft herausgestellt. So wurden von Koch und Wolffhügel[1]

[1] Ueber den Werth der schwefligen Säure als Desinfectionsmittel. *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 188.

mannigfache Versuche über die Wirkung der schwefligen Säure, auf die man bisher so festes Vertrauen gesetzt hatte, gemacht, aus denen hervorging, dass dieselbe zur Desinfection der Zimmerwände nicht geeignet ist, und das Gleiche war von Fischer und Proskauer[1] in Betreff der Chlordämpfe constatirt worden. Von Koenig[2] war der Sublimatdampf zur Desinfection von Wohnräumen empfohlen worden, allein nach den Untersuchungen von Heraeus und Kreibohm[3] müssen wir auch diesem sonst so wirksamen Desinficiens in dieser Form und Anwendung das Vermögen einer genügenden Desinfection der Zimmerwände absprechen.

Neuerdings wurden nun von Guttmann und Merke[4] Versuche mit Absprayen von Wänden durch Sublimatlösungen angestellt. Dieselben gingen in der Weise vor, dass sie an Seidenfäden Milzbrandsporen antrockneten und sie sodann mit zwei Zeichenstiften auf eine Tapetenprobe hefteten. Mittelst eines besonders dafür construirten Sprayapparates wurde nun Wand und Seidenfaden abgesprayt, und es wurden dazu sowohl Carbol wie Sublimatlösungen gebraucht.

Die Carbolsäure erwies sich als vollkommen unzureichend in ihrer Wirkung, da in sämmtlichen Versuchen damit die Milzbrandsporen nicht getödtet wurden. Das Sublimat dagegen wirkte bedeutend kräftiger, besonders in einer Concentration von 1 : 1000; es wurden nach einer einmaligen Besprayung mit dieser Lösung von 75 Milzbrandseidenfäden 34 sterilisirt gefunden, in den übrigen 41 waren noch nicht alle Sporen getödtet worden. — Nichtsdestoweniger halten Guttmann und Merke das Absprayen der Wand mit Sublimat von 1 : 1000 für zweckmässig für die Desinfection derselben, da sie annehmen, dass unter natürlichen Verhältnissen niemals eine solche Anhäufung von Sporen an der Wand, wie in den Versuchen mit den Seidenfäden vorkommt, und dass, wenn eine Spore noch nicht durch das Sprayen selbst getödtet worden ist, sie mit dem herabrieselnden Sublimat fortgeschwemmt werden wird.

Ersteres ist wohl ohne Weiteres zuzugeben, dass aber durch die blosse Berieselung auch sämmtliche nicht sofort getödteten Keime von der Wand abgespült werden, erschien mir doch von vornherein nicht so unzweifelhaft.

Ich habe mich nun im Laufe des letzten Winters mit ähnlichen Versuchen beschäftigt und mir dazu zunächst einige Aufklärung über den Keimgehalt der Zimmerwände und den Weg, auf dem eventuell von dort eine Infection zu Stande kommen kann, zu verschaffen gesucht.

---

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. II.

[2] *Centralblatt für Chirurgie.* 1885. Nr. 12.

[3] *Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 2.

[4] Virchow's *Archiv.* Bd. CVII. Hft. 3.

Bei einer Reihe von Infectionskrankheiten kennen wir die Infectionsträger in Gestalt der pathogenen Mikroorganismen bereits, haben ihre biologischen Eigenschaften ergründet in dem Maasse, dass wir uns von vornherein den Weg der eventuellen Infection von der Wand aus construiren können. — Wir wissen, dass ein Theil derselben durch Verstäubung in die Luft übergehen kann, ohne dabei zu Grunde zu gehen, wie z. B. Milzbrandsporen, die verschiedenen Kokken des Eiters und des Erysipels, Tuberkelbacillen u. s. w., andere wieder nicht, wie die Kommabacillen der Cholera asiatica, die in lufttrockenem Zustande in der kürzesten Zeit absterben. Erstere werden sich, wenn sie in die Luft eines Zimmers gelangen, nach einiger Zeit wieder absetzen können, entweder an den Wänden oder auf dem Fussboden. Wir dürfen annehmen und die nachfolgenden Versuche bestätigen dies, dass sie dort meist nur lose adhäriren, leicht wieder abgestäubt werden können und auf diese Weise eine Infection durch die Luft auch nach längerer Zeit noch bewirken können. In Ausnahmefällen wird die Wand wohl auch durch verspritztes Waschwasser oder Wundsecret oder vielleicht durch Sputum verunreinigt werden und in diesen Fällen würde ein festeres Anhaften der Keime denkbar sein, doch wird dieses jedenfalls nur selten vorkommen.

Eine Vermehrung der Mikroorganismen in oder auf den Wänden können wir mit wenigen Ausnahmefällen von vornherein als vollkommen ausgeschlossen erklären. Die gewöhnliche Zimmerwand, sei sie nun mit Kalk, Farbe, Holz oder Tapete bekleidet, besitzt unter normalen Verhältnissen einen so geringen Feuchtigkeitsgehalt, dass sie weder einer Bacterien- noch Schimmelart als Nährboden dienen kann. Anders wird die Sache bei feuchten Wünden, die ja besonders in Neubauten oder bei tiefliegenden, schlecht vom Boden isolirten Wohnungen vorkommen. Hier kann in der That eine Vermehrung der Keime stattfinden und thut es unter Umständen auch gewiss; es ist ja Jedermann bekannt, dass eine Tapete förmlich verschimmeln kann. — Schimmel brauchen nun bekanntlich nur einen geringen Wassergehalt des Nährbodens, ausserdem wird ihnen der gewiss oft saure Kleister der Tapete Nährstoffe genug bieten: ob dasselbe auch für Bacterien gilt, ist noch nicht constatirt; eine Beobachtung, die weiter unten angeführt ist, spricht nicht dafür.

Von einer ganzen Anzahl von Infectionskrankheiten kennen wir leider das Contagium noch gar nicht; wir müssen daher vorläufig die Methode der Wanddesinfection für die beste und wirksamste halten, durch die es uns gelingt, dieselbe möglichst keimfrei zu machen, ohne mit absoluter Bestimmtheit behaupten zu können, nun auch wirklich alles Infectiöse vernichtet zu haben.

Ueber den Keimgehalt der Wände liegen zur Zeit noch wenig genaue Untersuchungen vor; Kümmel[1] giebt an, dass er an oder in der Wand seines Operationssaales Keime der verschiedensten Art gefunden habe. Emmerich[2] will sogar Erysipelkokken aus einer Wandprobe des Münchener pathologischen Instituts gezüchtet haben, ohne jedoch andere Keime in derselben zu constatiren.

Es lag mir nun zunächst daran, eine Methode zu finden, die an und in den verschiedensten Wandbekleidungen haftenden Mikroorganismen von dort in Nährgelatine zu bringen, woselbst ich sie dann gleichmässig vertheilen und, nachdem sie daselbst zu Colonieen ausgewachsen, ein Urtheil über die Art und Anzahl der Keime gewinnen konnte.

Mehrere Versuche, die letzteren von der Wand mit einem sterilisirten Messer abzuschaben, dieselben auf einer ebenfalls keimfreien Glasplatte aufzufangen und nun mit der Gelatine zu übergiessen, erwiesen sich als wenig praktisch; einmal war es schwer, besonders bei rauhen Wänden und Tapeten in die Vertiefungen derselben überall mit dem Messer einzudringen; sodann spritzten abgesprengte Partikelchen der Wand häufig über die Glasplatte hinweg und so war zu vermuthen, dass dasselbe auch mit Mikroorganismen der Fall sein konnte, wodurch ein nicht zu berechnender Fehler sich eingeschlichen haben würde.

Ein Versuch anderer Art fiel nicht viel besser aus; es wurden mit sterilisirten Instrumenten kleine Tapetenstücke bestimmter Grösse aus der Wand herausgelöst und nun direct die daran haftenden Keime durch Schütteln der Tapetenprobe in Gelatine abzulösen gesucht; letzteres gelang auch ziemlich gut, doch kamen auffallend wenig Colonieen in der Gelatine zur Entwickelung; es lag dies höchst wahrscheinlich daran, dass schon beim Herauslösen des Tapetenstückes vor dem Einbringen in die Gelatine die grösste Anzahl der darauf sitzenden Keime heruntergefallen war, da diese, wie die nachfolgenden Desinfectionsversuche zeigen werden, meist nur äusserst lose der Wand adhäriren.

Eine dritte Reihe von Versuchen hatte endlich das gewünschte Resultat zur Folge und ich theile dieselben daher etwas genauer mit, weil fernerhin sämmtliche Wandproben sowohl vor wie nach der Desinfection von mir in dieser Weise auf ihren Keimgehalt untersucht worden sind.

Ein feiner Augenschwamm mit den allerkleinsten Poren wurde in viereckige Würfel von etwa Bohnengrösse zerschnitten, dieselben wurden

---

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 22.

[2] *Bericht der Deutschen Naturforscherversammlung 1886.*

in einem Reagensglas mit Wasser über der Bunsenflamme einige Minuten ausgekocht, das überschüssige Wasser abgegossen und konnten nun in dem Glase, das durch einen Wattepfropf geschlossen war, beliebig lange in feuchtem und zugleich sterilem Zustande aufbewahrt werden. — Zur Untersuchung einer Wand auf ihren Keimgehalt wurde sodann mit einer ausgeglühten Pincette dem Glase ein Schwämmchen entnommen und mit demselben eine Wandfläche bestimmter Grösse sorgfältig unter Anfangs leichtem, später etwas stärkerem Aufdrücken abgerieben. Nach der Abreibung wurde das Schwämmchen in ein bereitgehaltenes Reagensgläschen mit gewöhnlicher Nährgelatine eingebracht; die Gelatine wurde entweder sofort oder, wenn die Entnahme der Wandprobe ausserhalb des Instituts stattgefunden hatte, nachdem ich zu Hause wieder angelangt war, in einem Wasserbade von 37° C. flüssig gemacht und die an und in dem Schwämmchen befindlichen Wandkeime durch langsames Hin- und Herbewegen des Glases von den Schwämmchen abgelöst und in der Gelatine vertheilt; es gelang dieses sehr gut und vollständig schon nach wenig Secunden und die Gelatine konnte daher sehr bald wieder zur Erstarrung gebracht werden nach meinem im Heft II, Band I dieser Zeitschrift angegebenen Verfahren; auf diese Weise konnten die so hergestellten Gelatinerollen beliebig lange aufbewahrt und auf das Wachsthum von Colonieen hin beobachtet werden, die letzteren konnten bequem gezählt, mit dem Mikroskop besehen und isolirt werden und endlich war ich sicher, nicht durch später von aussen in die Gelatine kommende Keime falsche Resultate zu bekommen.

Ich möchte hier gleich einen Vorwurf zurückweisen, der diesem meinem Rollenverfahren vor Kurzem von Professor Gruber in dem Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde 1887 Nr. 12 gemacht worden ist. Gruber rügt es als unbequem und für exacte Zählungen der Colonieen störend, dass ein unbestimmtes Quantum Gelatine in den Wattepfropf des Reagensröhrchens beim Ausrollen eingesogen würde; es lässt sich dieses aber sehr einfach vermeiden, wenn man anstatt entfetteter Baumwolle zum Stöpseln der Röhrchen gewöhnliche Watte nimmt, die eben so gut zu sterilisiren ist, aber einen solchen Fettgehalt besitzt, dass keine Spur von Gelatine bei der Berührung mit derselben eingesogen wird.

Es fragte sich nun, ob durch ein solches einmaliges Abreiben auch sämmtliche oder nur ein Theil der an der Wand haftenden Keime in das Schwämmchen übergehen würden, und es wurden daher im Anfang verschiedene Wandbekleidungen zwei- bis dreimal an derselben Stelle abgerieben und die einzelnen Schwämme in verschiedene Gelatineröhrchen eingebracht. Die Versuche ergaben auf je 25 qcm Wandfläche:

Art der Wandbekleidung			Zahl der gewachs. Colonieen		
			Bacter.	Schimmel	Zusammen
Thierstall.	Kalkwand,	1. Abreibung	—	—	6070
„	„	2. „	780	6	786
„	„	3. „	228	3	231
„	andere Stelle	1. „	—	—	6391
„	„	2. „	—	—	1412
Laboratorium.	Leimfarbenwand,	1. Abreibung	32	53	85
„	„	2. „	8	3	11
„	„	3. „	16	3	19
„	andere Stelle	1. „	36	76	112
„	„	2. „	18	34	52
„	Holzthür	1. „	9	19	28
„	„	2. „	2	—	2
Wohnzimmer.	Velourtapete	1. „	14	3	17
„	„	2. „	1	1	2
„	andere Stelle	1. „	145	8	153
„	„	2. „	2	3	5
„	Seidentapete	1. „	57	38	95
„	„	2. „	8	7	15
„	Ledertapete	1. „	18	7	25
„	„	2. „	3	2	5

Ich will gleich bemerken, dass ich bei meinen Versuchen stets, wo es nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, eine Wandfläche von 25 qcm mit dem Schwämmchen abgerieben habe; eine kleinere Fläche hätte zu ungenaue Resultate zur Vergleichung gegeben, eine grössere war mit einem so kleinen Schwämmchen schwer mit der nöthigen Gründlichkeit abzureiben.

Diese ersten Versuche zeigen zur Genüge, dass es durch ein einmaliges Abreiben in der That nicht gelingt, alle Keime in den Schwamm zu bekommen, wenigstens nicht, wenn die Wand sehr reich an Keimen ist, wie z. B. die des Thierstalles im hygienischen Institut. Ist der Keimgehalt ein geringerer, so bleiben allerdings nur wenige an der Wand zurück.

Ich habe nun in der Folge die verschiedenen Wände sowohl vor wie nach der Desinfection immer nur einmal abgerieben; wenn ich wenige Keime dabei erhielt, konnte ich wohl sicher sein, auch nahezu Alles von der Wand bekommen zu haben; kamen zahlreiche Colonieen zur Entwickelung, so konnte ich mir doch immerhin ein ziemlich genaues Bild von dem wirklichen Keimgehalt der Wand machen.

Ueberhaupt konnte ich ja nicht erwarten, dass auch sämmtliche Keime in der Gelatine zur Entwickelung kommen würden, einmal natür-

lich solche nicht, die, wie die Tuberkelbacillen nur gut auf Blutserum und im Brütschrank wachsen, sodann auch alle anaëroben Bacterien nicht, die ja im gewöhnlichen Staube zahlreich zu finden sind und daher auch an den Wänden kaum fehlen dürften.

Schon aus den soeben mitgetheilten Versuchen geht hervor, dass die Bacterienanzahl an den verschiedenen Wänden eine sehr schwankende sein kann; die nachfolgenden Zahlen werden dasselbe noch des Weiteren erkennen lassen.

Ich führe gleich an, dass ich stets eine Stelle an der Wand zur Untersuchung wählte, die bislang von keinem Gegenstande (Bild, Möbel u. s. w.) bedeckt oder berührt worden war, und sich meistens etwa in 2 m Höhe vom Fussboden ab gerechnet befand. Es wurde dann immer zunächst ein Stück Papier, welches einen quadratischen Ausschnitt von 6 cm Seitenlänge enthielt, mittelst eines Zeichenstiftes auf die betreffende Wand geheftet und nun mit dem Schwämmchen das Innere des Quadrats unter Berücksichtigung eines Randes von 1 cm Breite, um nicht mit dem Papier in Berührung zu kommen, abgerieben.

Zunächst wurde eine Wohnung untersucht, deren Zimmer vor drei Jahren frisch tapezirt bez. gestrichen worden waren; dieselbe bestand aus einigen mittelgrossen Wohnzimmern, nach der Strasse herausliegend, dann kam nach hinten sich anschliessend ein Gang, an dem Küche, Closet und Wirthschaftsräume lagen und am Ende des Ganges befanden sich mehrere Schlafzimmer, deren Fenster nach einem Garten hinausgingen. Wohn- und Schlafzimmer waren mit verschiedenen Tapeten tapezirt, die Küche mit Leimfarbe, das Closet mit Oelfarbe gestrichen. — In jedem Raum wurden 25 qcm Wandfläche in der beschriebenen Weise abgerieben und die erhaltenen Keime in der Gelatine zur Entwickelung gebracht.

Die nachstehende kleine Tabelle giebt die Anzahl der gewachsenen Colonieen:

Zimmer und Art der Wandbekleidung	Zahl der gewachs. Colonieen		
	Bacter.	Schimmel	Zusammen
Wohnzimmer 1. Velourtapete	14	3	17
„ 2. „	145	8	153
„ 3. Glatte Tapete	2	26	28
„ 4. „	16	20	36
Küche. Leimfarbeanstrich	37	34	71
Closet. Oelfarbenanstrich	4	9	13
Schlafzimmer 1. Glatte Tapete	43	3	46
„ 1. Andere Stelle	30	12	42
„ 2. Bunte glatte Tapete	40	24	64
„ 3. Glatte Tapete	25	10	35

Zunächst fällt wohl auf, dass in den nach vorn gelegenen Zimmern sich mehr Schimmelsporen an den Wänden fanden, in den hinteren Zimmern dagegen die Bacterienkeime die Schimmelsporen an Anzahl ziemlich stark übertrafen; worin dieses seinen Grund hat, dürfte wohl schwer mit Sicherheit zu sagen sein. — Unter allen Wänden enthielt die des Closets bei Weitem am wenigsten Keime; ich schiebe dies nicht sowohl auf den Oelfarbenanstrich, an dem die Keime vielleicht weniger gut haften konnten. — der Anstrich wies doch schon makroskopisch manche Unebenheiten auf und war jedenfalls nicht glatter, als die gut geklebten Tapeten — als vielmehr auf den geringen Keimgehalt der Closetluft. Zahlreiche vergleichende Luftuntersuchungen, die in den letzten Jahren in den verschiedensten Räumen des hiesigen hygienischen Instituts vorgenommen wurden, bewiesen stets, dass die Luft des Closets bei Weitem weniger Keime enthält, als andere bewohnte Räume oder die Aussenluft; es erklärt sich dieses zur Genüge durch die nur zeitweise kurze Benutzung dieses Raumes; es wird dabei nur wenig Staub aufgewirbelt und derselbe findet bald wieder Ruhe, sich zu Boden zu senken. Das Umgekehrte ist z. B. im Thierstall der Fall; hier, wo die Luft durch das Umherlaufen und Springen der Thiere in steter Bewegung gehalten wird, ist dieselbe ungemein keimreich, so dass halbstündig dort exponirte Gelatineplatten stets dicht übersät mit darauf gefallenen Bacterien und Schimmeln sind.

Vergleichen wir nun die Wand des Thierstalles mit der des Closets, so finden wir ganz dasselbe Verhalten dort wieder: in der bacterienarmen Luft des letzteren auch nur vereinzelte Keime an der Wand; an den Wänden des ersteren Mengen, wie sie von mir nirgends sonst wo gefunden wurden, dem Keimgehalt der Luft daselbst aber vollkommen entsprechen.

Es zeigen uns diese Zahlen deutlich, wie und in welchem Grade Bacterienkeime an der Wand abgesetzt werden, und dass man wohl an eine spätere Infection von den Wänden eines Zimmers aus denken kann, wenn vorher pathogene Keime in der Luft desselben sich befanden.

Noch auf einen anderen Umstand möchte ich bei dieser ersten Versuchsreihe aufmerksam machen. Im Allgemeinen hatte ich weder diesmal noch bei den späteren Versuchen die genauere mikroskopische Untersuchung sämmtlicher in den Gelatinerollen gewachsener Colonieen vorgenommen; nur einzelne, entweder durch ihr besonderes Wachsthum auffallende oder an pathogene Bacteriencolonieen erinnernde waren genauer untersucht, bez. durch Anlegung von Reinculturen weiter gezüchtet worden. So fand sich in dieser Versuchsreihe von der Wand eines Schlafzimmers herrührend, einmal der sogenannte wurzelförmige Bacillus vor und aus

dem daneben liegenden Zimmer wurde zweimal der Proteus vulgaris gewonnen, leicht kenntlich an seinen wunderbar geschnörkelten Colonieen. In der Rolle, die aus der Küche stammte, entwickelten sich drei die Gelatine verflüssigende Colonieen, auf die ich noch zurückkommen werde. Was mir aber besonders auffiel, war die Vertheilung der verschiedenen Schimmelpilzarten, sowie einer Kokkenspecies, die in den Röllchen auswuchsen. — Wie schon erwähnt, gingen die vier Wohnzimmer nach vorn auf die Strasse hinaus und zwar nach Westen; es hatten sich in den Wandproben derselben 57 Schimmelpilzcolonieen entwickelt und diese bestanden sämmtlich aus derselben sehr feinköpfigen Mucorart, wie die genauere mikroskopische Untersuchung auf das Deutlichste ergab. — Die Schlafzimmer 1 und 2 lagen ostwärts nach einem Garten zu, Schlafzimmer 3, ebenso wie die Küche und Closet gingen auf einen ringsgeschlossenen Hof; hier fand sich unter den zahlreichen Schimmelpilzen die Mucorart der Wohnzimmer in keinem Falle wieder, sondern dieselben bestanden bei der Küche und Closet sämmtlich aus Penicillium glaucum; in den drei Schlafzimmern wurden auch einige Penicillien gefunden, doch überwog eine sehr grossköpfige Mucorart, die in allen Fällen dieselbe war; schliesslich wurde in der Küche dreimal und in dem Schlafzimmer 3 einmal ein rosarother Coccus gefunden, der unter dem Mikroskop als häufig zu vieren liegend, sich erwies. — Ich glaube, diese regelmässige Vertheilung der verschiedenen Schimmelarten kann uns den Weg zeigen, auf welchem die Keime in der Regel an die Wände gelangen. Es wird dies vermuthlich meist von aussen her durch das geöffnete Fenster geschehen; der Wind wird zu Zeiten, dafür sprechen ja Erfahrungen anderer Art, wie der rothe Schnee oder der sogenannte Schwefelregen, welch letzterer bekanntlich aus kleinen Pflanzenpollenkörnern besteht, zahllose Sporen einer bestimmten Schimmelart mit sich führen, die durch ein geöffnetes, der Windrichtung entgegenliegendes Fenster in die Wohnräume hineingeblasen werden können, während nach der entgegengesetzten Seite liegende Räume relativ geschützt sind. — Schlafzimmer 3 lag allerdings nicht nach derselben Seite hinaus wie die anderen beiden 1 und 2, doch war es mit denselben durch Thüren verbunden, die zum Zweck der Durchlüftung täglich geöffnet wurden; es liegt daher nahe, zu vermuthen, dass hier die Keime von einem Zimmer durch die Thür in das nebenliegende gelangt sind, was, wenn es richtig, nicht unwichtig wäre, da dasselbe ja natürlich gelegentlich auch mit pathogenen Bacterien geschehen könnte.

Natürlich beweist dieser eine Befund den besprochenen Weg der Wandinfection noch nicht absolut, doch erscheint er mir immerhin nicht unwahrscheinlich, weshalb ich ihn auch der Erwähnung werth gehalten habe.

Eine zweite Wohnung, die ich untersuchte, zeigte Wandbekleidungen von sehr verschiedenem Alter: ein Theil der Zimmer war vor längerer, genau nicht mehr festzustellender Zeit tapezirt worden, doch sassen die Tapeten jedenfalls schon Jahre lang, andere Räume waren erst vor Kurzem neu tapezirt, bez. mit Farbenanstrich versehen worden. Das Nähere ist aus der Tabelle zu ersehen:

Zimmer und Art der Wandbekleidung	Bacter.	Schimmel	Zusammen
Wohnzimmer, alte Tapete	5	9	14
„ neue Tapete, 3 Monate alt	—	5	5
„ alte Tapete	1	11	12
„ „ „	2	8	10
Corridor, alte Tapete	6	37	43
Closet, „ „	6	32	38
„ „ „ andere Stelle	6	25	31
Fensterscheibe im Wohnzimmer . . .	15	9	24
Küche, Leimfarbenwand oben, 3 Mon. alt	3	11	14
„ Oelfarbenwand, andere Stelle	4	10	14
„ „ „	5	4	9
Schlafzimmer, Oelfarbe, ein Monat alt	1	—	1

In die Augen fällt sogleich, dass die neuen Wandbekleidungen weniger Keime enthalten, als die älteren, wenn auch der Unterschied kein übergrosser ist.

Das Closet zeichnete sich diesmal nicht durch seine geringe Keimzahl aus. Dasselbe hatte, wie man es leider so häufig in den Berliner Wohnungen trifft, sein Fenster nach der stark frequentirten Hintertreppe hinaus; das Fenster war fast permanent geöffnet und ich schiebe es diesem Umstande zu, dass so viele Keime an die Wände gekommen waren. Bei Weitem am reinsten erwies sich die Wand des Schlafzimmers, die aber ja auch erst vor vier Wochen neu gestrichen worden war. Im Uebrigen waren die verschiedenen Bacterien und Schimmelarten in dieser Wohnung durcheinander in den Zimmern vertheilt, sodass ein regelmässiges Auftreten einer Art in den einzelnen Räumen nicht wieder constatirt werden konnte.

Eine dritte Reihe von Wandproben wurde einer Wohnung entnommen, deren Wandbekleidungen 16 Jahre nicht gründlich gereinigt worden waren, mit Ausnahme des gelegentlichen Abstaubens mit einem gewöhnlichen Stubenbesen. Es wurde diese Wohnung deshalb gewählt, weil darin die verschiedensten Stoffe als Wandbekleidungen vertreten waren, wie Seide, Leder, Marmor und Papiertapeten. — Es fanden sich auf je 25 qcm:

Zimmer und Art der Wandbekleidung	Bacter.	Schimmel	Zusammen
Salon. Grünseidene Tapete	57	38	95
Wohnzimmer. Ledertapete	18	7	25
„ „ andere Stelle	3	2	5
Flur. Marmorwand	34	24	58
Schlafzimmer. Glatte Tapete	28	5	33
Toilettenzimmer „	3	8	11

Wie ersichtlich, sassen diesmal an der Seidentapete bei Weitem am meisten Keime; es rührte dies doch wohl von der rauhen Oberfläche der Seide her, die allerdings den aus der Luft sich senkenden Bacterien und Schimmelsporen bedeutend mehr Vorsprünge und Ruheplätze zum Ablagern bot, als die Leder- und Papiertapeten.

Auffällig war es, dass der spiegelblank polirte Marmor beträchtlich mehr Keime enthielt, als die Tapeten. Ich schiebe das dem Umstand zu, dass die Marmorwand einen Raum auskleidete, in dem die Luft nur selten zur Ruhe kam; es war dies nämlich neben dem Treppenhaus ein hohes Rondel, welches durch eine ringsumlaufende Galerie den Zugang zu den Wohn- und Schlafzimmern in beiden Stockwerken ermöglichte und natürlich fortwährend benutzt wurde. Was die verschiedenen Arten der diesmal gewachsenen Schimmel und Bacterien anbetrifft, so wurde nur bemerkt, dass an der Seidentapete ein die Gelatine verflüssigender Bacillus gesessen hatte, während sämmtliche andere die Gelatine nicht verflüssigten.

Ein zimmerweises Ueberwiegen einer besonderen Art, wie in der zuerst untersuchten Wohnung, zeigte sich nicht.

Die nunmehr folgende Versuchsreihe bietet deshalb besonderes Interesse dar, weil sie uns über den Keimgehalt von Wänden aufklärt, die einer öfteren Desinfection unterworfen worden waren. — Der Versuch wurde in der hiesigen Universitätsfrauenklinik ausgeführt und zwar einmal im Operationszimmer, das ausschliesslich zu Laporotomien benutzt wird und zweitens in einem grösseren Entbindungssaal. Das Laporomotiezimmer ist von mittlerer Grösse und nach der Strasse zu im ersten Stock gelegen; die Wände desselben sind bis Manneshöhe mit glasirten Kacheln bedeckt, an die sich weiter aufwärts durch eine vorspringende Leiste getrennt, die mit Oelfarbe gestrichene Wand bis zur Decke gehend anschliesst. Die Kacheln werden nach jeder Operation mit 2 procent. Carbolseifenwasser abgeseift und dies war zum letzten Mal vor sechs Tagen geschehen; seitdem war das Zimmer nicht wieder benutzt worden, doch hatten am Tage vor der Entnahme der Wandproben die Fenster längere Zeit offen gestanden. Da zu erwarten war, dass der Keimgehalt der Wände ein nur geringer

sein würde, wurde diesmal ein grösseres Stück derselben, nämlich zunächst eine ganze Kachel (etwa 225 qcm) mit dem Schwämmchen abgerieben, sodann zur vergleichenden Controle an einer anderen Stelle eine halbe Kachel. Dabei wurde bemerkt, dass auf den weissen Kacheln eine ganz dünne Staubschicht lagerte, die mit dem Schwämmchen leicht abgewischt wurde. In der ersten Gelatinerolle wuchsen 12 Bacterien und 1 Schimmel, in der zweiten 7 Bacterien und 1 Schimmel, und zwar war in beiden Rollen mehrfach eine schwefelgelbe Colonie vertreten, die aus den gleichen Bacillen bestand.

Von dem über den Kacheln befindlichen Oelfarbenanstrich wurden, wie sonst, nur 25 qcm abgerieben; derselbe war vor einem halben Jahre ganz erneuert worden, seitdem aber nicht gereinigt. — In dieser Rolle wuchs nur eine einzige Colonie, die abermals aus denselben schwefelgelben Bacillen bestand.

Das erhaltene Resultat war im Allgemeinen wohl ein befriedigendes zu nennen, da ja ganz bedeutend weniger Keime wie an den früher untersuchten Wänden auf gleich grosser Fläche gefunden wurden. Ob die Kacheln direct nach dem Abseifen vollkommen keimfrei waren, ist natürlich nicht mit Sicherheit zu sagen, jedoch nach den später mitgetheilten Desinfectionsversuchen wohl anzunehmen. Die trotzdem gefundenen Keime wären dann durch die geöffneten Fenster von Neuem an die Wand gelangt. Auch hier ist das wiederholte Auftreten derselben Bacterienart an den verschiedenen Wandstellen sehr bemerkenswerth.

Der Entbindungssaal zeigte einen bedeutend höheren Keimgehalt der Wände als das eben besprochene Laparotomiezimmer. Beide Räume haben vollkommen gleiche Wandbekleidung; der Entbindungssaal war, nachdem er längere Zeit ausser Gebrauch gewesen war, vor 8 Tagen mit gewöhnlichem Seifenwasser gründlich gereinigt worden, wobei ebenfalls die Wände abgeseift worden waren; sodann war er bis jetzt täglich benutzt worden. — Auch hier wurde zunächst eine ganze Kachel, dann eine halbe, darauf 25 qcm der Oelfarbenwand und schliesslich zweimal 1 qcm der Leiste zwischen Kacheln und Oelfarbenanstrich mit den Schwämmchen abgerieben und letzteres in die Gelatine gebracht. Es wuchsen:

Entnahmestelle:	Bacter.	Schimmel	Zusammen
Entbindungszimmer, ganze Kachel	70	20	90
„ halbe Kachel	53	10	63
„ Oelfarbenwand	17	20	37
„ Scheuerleiste 1 qcm	—	—	1350
„ „	—	—	650

Wie ersichtlich, bleibt die Anzahl der gewachsenen Colonieen nicht viel hinter der in den übrigen Wohnungen im Durchschnitt gefundenen zurück trotz der erst vor 8 Tagen vorgenommenen gründlichen Reinigung mit Seifenwasser, vielleicht aber auch gerade wegen derselben; es wurde schon früher erwähnt, dass auffallend wenige die Gelatine verflüssigende Colonieen bisher in den Röllchen sich vorgefunden hatten; hier war nun gerade das Gegentheil der Fall; die Zahl derselben, namentlich an den Kachelproben war eine so grosse, dass nach 6 Tagen bereits beide Röllchen vollständig zerflossen waren; wie wir wissen, finden sich nun hauptsächlich in unserem gewöhnlichen Leitungswasser zahlreiche solche verflüssigende Keime nnd es ist sehr wohl denkbar, dass beim Reinigen der Wände mit Seifenwasser, dem, wie schon bemerkt, diesmal keine desinficirende Flüssigkeit zugesetzt worden war, eben die verflüssigenden Keime aus dem Wasser an der Wand zurückgeblieben sind. — Es spricht dafür noch ein anderer Umstand; wie erinnerlich, waren bei der ersten untersuchten Wohnung mehrere verflüssigende Colonieen aus der Küche gewonnen worden; die Wandprobe war damals in nicht zu grosser Entfernung von einem Wasserauslass genommen worden und es liegt die Vermuthung nahe, dass hier durch verspritztes Leitungswasser die Keime an die Wand gelangt sein können.

Was im Uebrigen die Arten der Colonieen aus dem Entbindungszimmer betrifft, so wurde nur noch zweimal der wurzelförmige Bacillus constatirt; derselbe ist im Boden in so ungeheurer Anzahl verbreitet, dass es nicht überraschen kann, ihn häufig im Staube und also auch an den Wänden wiederzufinden. Die grosse Anzahl von Keimen, die sich auf der Trennungsleiste zwischen Kacheln und Oelfarbenanstrich der Wand befand, erklärt sich aus dem Vorspringen derselben, wodurch natürlich dem Staub eine besonders günstige Ruhestätte geboten wurde; die Beobachtung weist uns darauf hin, Scheuerleisten und andere vorspringende Gegenstände der Wände bei der Desinfection besonders zu beachten.

Dass übrigens die Zahl der auf einer Fläche gleicher Grösse an verschiedenen Stellen desselben Raumes sitzenden Keime ziemlich beträchtlich schwanken kann, beweisen die folgenden Zahlen. Es wurden abgerieben im Thierstall des hygienischen Instituts:

25 qcm	in Kopfhöhe,	Fensterseite	6070 Col.
„	„	dicht daneben	6391 „
„	„	gegenüberliegende Seite . . .	3185 „
„	„	dicht daneben	2170 „
„	„	mehr nach dem Thierkäfige zu	14200 „
„	„	darüber ein Meter höher . .	1386 „

Es scheint demnach also, als wenn weiter nach oben hin die Wände weniger Keime enthalten; es ist dies ja ziemlich leicht erklärlich, da ja auch die oberen Luftschichten des Zimmers wohl in der Regel weniger Staub und Keime enthalten werden, als die unteren. — Es harmonirt das ebenfalls mit der geringen Bacterienzahl, die ich an der Zimmerdecke gefunden habe. Aus zwei Schwämmchen, mit denen einmal die Decke des Corridors im hygienischen Institut, das andere Mal die des Laboratoriums abgerieben worden war, entwickelten sich nur 5 bez. 6 Bacterien und keine einzige Schimmelcolonie, während von gleich grosser Fläche in Kopfhöhe an der Wand des Corridors 40 und an der des Laboratoriums 85 Keime zu Colonieen auswuchsen.

Ich will hier noch gleich einen anderen Versuch erwähnen. Durch das Schadhaftwerden einer Dachrinne war im Institut die eine Ecke eines Zimmers feucht geworden; die Wand war vollkommen durchnässt, sodass sich die darauf sitzende Leimfarbe bereits zu lösen begann. Ich entnahm von dieser Stelle zwei Proben und brachte sie wie sonst in Gelatine. In dem ersten Röllchen wuchsen 18, in dem zweiten 19 Bacterien zu Colonieen aus und nicht eine einzige Schimmelart zeigte sich. Es ging daraus jedenfalls hervor, dass nasse Wände nicht immer den Keimen eine Gelegenheit zu ihrer Vermehrung geben.

Es war mir nun interessant, zu erfahren, in welchem Zustande die verschiedenen Bacterienarten an den Wänden vorkamen, ob als Bacillen und Kokken, oder in der Dauerform der Sporen. Dass wir letztere nicht ausschliesslich erwarten können, geht schon daraus hervor, dass in den Gelatinerollen sich mehrfach (siehe erste Versuchsreihe) Kokkencolonieen vorfanden; wir kennen nun aber keine Kokkenart, die einen sporenartigen Dauerzustand bildet und können auch wohl mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass es eine solche nicht giebt. — Als eins der wichtigsten Criterien für Sporen sehen wir mit Recht die Widerstandskraft derselben gegen höhere Temperaturen an; wir wissen, dass sämmtliche Bacterien, die nicht in den Sporenzustand übergegangen sind, bei einer Temperatur von 70° C. in allerkürzester Zeit absterben und ich ging daher bei meinen Versuchen zunächst in der Art vor, dass ich von einer Wand des Thierstalles dicht neben einander liegend 4 gleichgrosse (a 25 qcm) Flächen mit einem Schwämmchen abrieb und nun jedes derselben in ein sterilisirtes aber vorläufig noch leeres Reagensglas einbrachte. Zwei derselben wurden dann mit sterilisirter Gelatine von 37° wie gewöhnlich gefüllt und ausgerollt, in die andern beiden wurde dagegen Gelatine von 70° eingegossen und die Gläschen darauf noch 5 Minuten lang in ein Wasserbad von der gleichen Temperatur eingetaucht. Nun erst wurde die Gelatine durch Rollen in Eiswasser zur Erstarrung gebracht. Es wuchsen in den ersten

beiden Röhrchen 3185 und 2170 Colonieen und in den anderen beiden 64 und 32. — Man konnte annehmen, dass diese Colonieen nur von Sporen ausgegangen waren und die mikroskopische Untersuchung bestätigte dies insoweit, als unter den Colonieen nur solche, die aus Bacillen bestanden, gefunden wurden. Es hatte sich also unter 55 Keimen an der Wand immer nur einer im Sporenzustand befunden.

Ein zweiter in etwas anderer Art angestellter Versuch führte zu einem ähnlichen Resultat.

Es wurde diesmal wiederum im Thierstall mit einem etwas grösseren Schwämmchen eine Fläche von 400 qcm abgerieben und der Schwamm sodann in einem Röllchen ausgewaschen, das mit 10 ccm verdünnter sterilisirter Bouillon gefüllt war. Von dieser Bouillon wurde nach tüchtigem Umschütteln je 1 cm in 7 Reagensglasröhrchen eingebracht; 3 derselben sodann mit Gelatine von 37° übergossen und direct ausgerollt; die 4 andern, a, b, c, d bezeichnet, werden nach einander mit 70° heisser Gelatine gefüllt, und sodann 1, 2, 5 und 10 Minuten weiter im Wasserbade von 70° erhalten; darauf wird die Gelatine schnell in Eiswasser an den Wandungen des Reagensglases erstarrt. Es wuchsen:

Erstes	Röllchen	nicht	erwärmt	4900	Col.,
Zweites	„	„	„	4970	„
Drittes	„	„	„	4680	„
Röhrchen a,	1 Minute	auf	70°	112	Bact. 11 Schimmel,
„ b,	2 Minuten	„	„	70	„
„ c,	5 „	„	„	147	„
„ d,	10 „	„	„	103	„

Bemerkenswerth ist, dass nach 2 Minuten langem Verweilen bei 70° bereits keine Schimmel mehr wuchsen; die Schimmelkeime werden jedenfalls auch in Sporenform dagewesen sein, haben jedoch eine bedeutend geringere Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperatur gezeigt, als die Sporen der Bacillen. Im Uebrigen wurden unter den Colonieen in den Rollen a bis d wiederum nur Bacillen gefunden und zwar darunter eine braune sowie eine kreideweisse Colonie sehr häufig. Verflüssigende kamen nach 5 Minuten langer Erwärmung nicht mehr vor. Dass in allen 7 Röhrchen Anfangs ungefähr die gleiche Anzahl von lebensfähigen Keimen gewesen ist, zeigen die drei unerwärmten Controlröhrchen, die sehr wenig untereinander an Zahl differiren. — Berechnen wir aus den 3 Röhrchen das Mittel, so erhalten wir 4850 Colonieen. Das Mittel aus den 4 erwärmten Röhrchen ist 110; es kommen also auf je 44 Colonieen eine Colonie, die von einer Spore ausgegangen ist, also etwas weniger, als bei dem vorigen Versuch; es kann aber diese nicht bedeutende Differenz sehr gut durch die Verschiedenheit der Versuche bedingt sein.

Ueberblicken wir nunmehr die Resultate der bisher angestellten Versuche, so lässt sich daraus einmal entnehmen, dass, auch abgesehen von Räumen, in denen die Luft dauernd mit Staub angefüllt ist, der Keimgehalt der sämmtlichen Wände eines Zimmers kein ganz unbedeutender ist. Berechnen wir z. B. in der zuerst untersuchten Wohnung den Durchschnittswerth sämmtlicher in den verschiedenen Zimmern auf 25 qcm Wandfläche gefundenen Keime, so erhalten wir 51 Keime; das würde auf einen Qnadratmeter 20400 machen, und wenn wir diese Zahl auf ein mittelgrosses Zimmer übertragen, dessen vier Wände etwa je 5 m lang und 3 m hoch sind und dessen Thüren und Fenster wir den Wänden gleich rechnen, so würden in diesem Zimmer etwa 979200 Keime an den Wänden sitzen, eine Zahl, die jedenfalls eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein wird. — Immerhin können wir wohl daran denken, dass in einem Zimmer, wo pathogene Keime in die Luft gelangt waren, ein gewisser Procentsatz der an der Wand haftenden Keime möglicherweise aus diesen besteht und was noch wichtiger ist, von dort sehr leicht wieder später in die Zimmerluft wird zurückkommen können, da dieselben nur lose der Wand aufsitzen. Dies war ja von vornherein schon zu vermuthen und geht ferner aus dem leichten Entfernen der Wandkeime mittelst Abtupfen durch einen Schwamm deutlich hervor.

Es giebt uns dieser Umstand auch schon einen Fingerzeig für die Desinfection und belehrt uns, wie verkehrt und gefährlich es ist, verdächtige Tapeten einfach herunterzureissen und zu verbrennen. Bei einem solchen Herunterreissen werden natürlich fast sämmtliche Keime der Tapeten abgestäubt werden; sie können so einmal den Arbeiter inficiren, dann aber auch in die benachbarten Zimmer gelangen und auf diese Weise den Infectionsstoff weiter verbreiten.

Auch Guttmann und Merke[1] weisen schon auf diese Gefahr hin und stellen für die Wanddesinfection vier Forderungen auf, die in der That die Hauptgesichtspunkte enthalten, nach denen man die Desinfection wird ausführen müssen. Es sind dies:

1. Vollständige Erhaltung ihrer Integrität;
2. Unschädlichkeit für die Arbeiter, welche die Desinfection ausführen und für die Inwohner;
3. möglichst leichte Handhabung des Desinfectionsverfahrens;
4. geringe Kosten.

Wir kennen nun, wie Anfangs erwähnt, bereits eine ganze Reihe von Mitteln und Verfahren, um Sachen unserer Umgebung sicher zu des-

[1] A. a. O.

inficiren und ich habe daher eine Anzahl davon auch für die Wanddesinfection in passender Weise zu verwenden versucht.

Was die gasförmigen Desinficientien, wie Chlor, schweflige Säure oder Sublimatdämpfe anbetrifft, so konnte ich dieselben von vornherein ja ausschliessen, da dieselben sich bei eingehenden Versuchen damit als ungenügend in ihrer desinficirenden Wirkung erwiesen hatten.

Anders steht es mit dem Sublimat und ähnlichen antiseptisch wirkenden Mitteln in flüssigem Zustande, der eine weit innigere Berührung zwischen Wand und Desinficiens ermöglicht, entweder durch Abwaschen der Wände oder durch Absprayen derselben, wie letzteres durch Guttmann und Merke vorgeschlagen ist. Ich habe beide Verfahren geprüft und mit einander zu vergleichen versucht und werde die Resultate unten mittheilen.

Es ist dann ferner ein Mittel zum Reinigen der Wände bekannt, das allerdings nicht bacterientödtend wirken kann; es ist dies das Abreiben der Wände mit Brod.

Es erfreut sich dieses Verfahren schon seit langer Zeit im grösseren Publikum einer grossen Beliebtheit, da es in der That die Wände, seien sie nun mit Farbe gestrichen oder mit Tapeten beklebt, in sehr vollkommener Weise vom Schmutz befreit. Ganz neuerdings ist dasselbe auch polizeilich in Berlin vorgeschrieben bei der Desinfection von Wohnungen nach ansteckenden Krankheiten.[1] Es lag deshalb um so mehr die Veranlassung vor, auch das Abreiben mit Brod in den Kreis meiner Versuche zu ziehen und die Resultate derselben werden zeigen, welchen Werth das Verfahren auch für die Säuberung der Wände von Mikroorganismen hat.

Es blieb dann schliesslich noch eine Art der Desinfection zu untersuchen übrig, die wir für andere Zwecke als schnell und sicher sterilisirend bereits kennen; wir wissen, dass durch höhere Temperaturen, besonders aber durch heissen Wasserdampf in wenig Minuten alles Lebende, welches damit in Berührung kommt, getödtet wird; war es nun möglich, den heissen Wasserdampf direct auf die Wände einwirken zu lassen, so war zu erwarten, dass diese dann auch in kürzester Zeit sterilisirt werden würden. — Es führten nun allerdings, wie ich vorausschicken will, diese Versuche nicht zu einem sehr günstigen Resultat, ich theile sie aber doch mit, da ich dies von mir angewandte Verfahren nicht nur für wirkungslos und unpraktisch, sondern auch für nicht unbedenklich, wie gleich ausgeführt werden soll, halte und diese Mittheilung daher dazu dienen kann, von Versuchen ähnlicher Art abzuhalten.

[1] Anweisung zum Desinfectionsverfahren bei Volkskrankheiten. *Amtliche Ausgabe.* Berlin 1887. § 13.

Die trockene Hitze schloss ich von vornherein aus, dieselbe wirkt erst bei Temperaturen weit über 100° C. und zerstört dadurch dann meist zugleich mit den Mikroorganismen auch die zu desinficirenden Gegenstände in mehr oder weniger hohem Grade; anders mit dem strömenden Dampf von 100°; durch halbstündiges Einhängen der verschiedenstsn Tapetenproben in einen gewöhnlichen Dampfsterilisirungstopf überzeugte ich mich, dass keine derselben weder in der Festigkeit des Gewebes noch in der Farbe durch strömenden Dampf irgendwie nennenswerth litt und ich konnte dasselbe erwarten, wenn ich den Dampf in Form eines Spray's direct auf die Wände leiten würde; dasselbe hatte nur eine andere Schwierigkeit. Ins Freie ausströmender Dampf von 100° C. verliert nämlich schon unmittelbar hinter der Ausströmungsöffnung seine hohe Temperatur und beträgt dieselbe wenige Centimeter davon nur etwa 50 bis 60° C. noch; dasselbe hat in nahezu gleichem Maasse bei Dampf von noch höherer Temperatur statt. — Man kann jedoch die ursprüngliche Temperatur des Dampfes wiederherstellen, ja sogar noch um ein Beträchtliches erhöhen, wenn man den Dampf direct nach dem Ausströmen durch eine Flamme gehen lässt. Es werden dabei von den Heiz- und Verbrennungsgasen der Flamme so viele mitgerissen, dass man nunmehr bei lebhaft abströmendem aber ganz ungespanntem Dampf in einer Entfernung von 10 cm von der Ausströmungsöffnung Temperaturen von 2 bis 300° erhalten kann.

Ich setzte mir nun meinen Apparat in folgender Weise zusammen. Ein gewöhnlicher Autoclav, d. h. also ein starkes gusseisernes, überall gut verschlossenes Gefäss mit einer seitlichen Ausströmungsöffnung von etwa 2 mm Durchmesser wurde zum vierten Theil mit Wasser gefüllt und angeheizt, so dass der Dampf in lebhaftem Strahl aus der Oeffnung hervorströmte; ungefähr 1 cm davon wurde ein gewöhnlicher Bunsenbrenner angebracht, dessen Flamme auf halb zurückgeschraubt war und mit ihrer Spitze gerade in den Dampfkegel hineinragte; 10 cm weiter und gerade gegenüber dem Dampfstrahl wurde sodann ein Brett befestigt, auf welchem verschiedene Tapetenproben mit Heftstiften angebracht waren. Diese Tapeten waren zwei Tage vorher mit einer Anfschwemmung von Heubacillensporen durchtränkt worden, sie waren vollkommen wieder getrocknet und eine Probe, die vor dem Versuch mit dem Dampf von jedem Tapetenstück entnommen und in Gelatine gebracht wurde, zeigte in allen Fällen ein Auswachsen zahlloser Heubacillencolonieen.

Es waren im Ganzen 7 Tapetenproben, die zu dem Versuch verwendet wurden und ausserdem noch ein weisses Kaninchenfell.

Bekanntlich kennen wir bislang noch keine sichere und practisch anwendbare Methode, um Ledersachen, Pelze und dergleichen zu desinficiren, da sie ja gewöhnlichen heissen Dampf nicht vertragen; vielleicht

konnte jedoch der überhitzte mit Heizgasen gemischte Dampf so schnell wirken, dass ein Brüchigwerden nicht eintrat.

Die Dauer der einzelnen Versuche erstreckte sich nur auf Minuten, da diese Desinfectionsmethode, wenn überhaupt, doch nur bei sehr schneller Wirkung im Grossen practisch durchführbar sein konnte. Es wurde dann während der ersten fünf Versuche dicht vor der Tapete ein Thermometer leicht hin und her bewegt und die Temperatur am Ende abgelesen und notirt. Direct nach beendetem Versuch wurde wiederum ein kleines Stückchen aus der Tapete herausgelöst und in Nährgelatine gebracht um mit der Controlprobe verglichen zu werden.

Die folgende Tabelle zeigt das Resultat an:

Nummer	Material	Dauer des Versuchs Minuten	Temperatur am Ende d. Versuchs ° Celsius	Nach dem Versuch in der Gelatine gewachsen:
1	Glatte Tapete	1	115	Viele Colonieen.
2	„ „	2	140	Eine Colonie.
3	Velourtapete	3	198	Viele Colonieen.
4	„	4	205	Eine Heubacterien-Colonie und sechs einer anderen Art.
5	„	5	180	Einzelne Colonieen.
6	Bunte glatte Tapete	$1^1/_2$	—	Mehrfache Colonieen.
7	„ „ „	1	—	Zahlreiche Colonieen.
8	Kaninchenfell	3	—	Nichts gewachsen.

Wie ersichtlich, war die gewünschte Desinfection nur in einem Fall, nämlich bei dem Fell vollständig erreicht worden, dasselbe war auch nicht steif und brüchig geworden, doch hatten dabei die Spitzen der Haare etwas gelitten, hatten sich gekrümmt und waren zum Theil ein wenig braun geworden, so dass trotzdem dieser Vorversuch nicht zu weiteren ermuthigen konnte. Die glatte Tapete war nach 2 Minuten nahezu sterilisirt worden, die rauhere Velourtapete auch nach 4 Minuten noch nicht vollkommen, vermuthlich, weil der Dampf doch nicht in alle kleine Vertiefungen der sammetartigen Tapetenoberfläche eingedrungen war.

Aber auch noch aus einem anderen Grunde würde ich diese Art der Wanddesinfection, selbst wenn sie technisch unschwer für grössere Flächen anwendbar zu machen wäre, für nicht empfehlenswerth halten. Es ist ja schon mehrfach von mir darauf hingewiesen, wie lose im Allgemeinen die Keime der Wand adhäriren; durch den Luftzug des mit Heftigkeit auf die Wand aufprallenden Dampfes würden sicher eine ganze Anzahl von Keimen losgerissen und im Zimmer verstäubt werden, ehe die hohe Tem-

peratur des Dampfes sie erreicht und getödtet hätte. Es wäre also dadurch dieselbe Gefahr wie beim Abreissen der Tapeten zu befürchten.

Es waren diese Versuche mit dem strömenden Dampf schon vorher, ehe ich die Wanduntersuchungen begonnen hatte, von mir angestellt worden, ich beschloss jetzt, fernerhin nur die natürlichen Verhältnisse in Betracht zu ziehen und habe daher zu den nachfolgenden Desinfectionsversuchen entweder die verschiedenen meist mit Kalkanstrich oder Leimfarbe versehenen Wände des hygienischen Instituts oder Tapeten untersucht, die ich in möglichst natürlicher Weise vorher mit Keimen beladen hatte. Es wurden zu dem Zwecke zunächst in einem sonst nicht benutzten Zimmer an der einen Wand desselben lange Streifen der verschiedensten Tapetenmuster der Reihe nach aufgeklebt. Nachdem die Tapeten vollständig getrocknet waren wurde eines Abends der gesammte Kehricht aus den Zimmern des Instituts zusammengetragen und vor den Tapeten einige Zeit in die Höhe gewirbelt; dasselbe wurde am nächsten Tage nochmals wiederholt und der Kehricht sodann aus dem Zimmer wieder entfernt. Ich hatte auf diese Weise in gedrängter Kürze, wenn ich so sagen darf, die natürlichen Verhältnisse wohl ziemlich gut nachgeahmt und durfte hoffen, an den Tapeten die in dem Staub vorhanden gewesenen Keime zum Theil wiederzufinden, was sich denn auch als thatsächlich richtig erwies. — Ich hatte sämmtliche Tapetenmuster in doppelter Rollenbreite an die Wand kleben lassen und zwar deshalb, weil ich vergleichende Versuche mit einer Flüssigkeit machen wollte, die gerade in jener Zeit dem Hygiene-Museum zugesandt war und die Tapeten abwaschbar machen sollte; der Erfinder, Herr Campe aus Berlin, der sich seine Mischung patentiren lassen wollte und daher vorläufig über die Composition derselben noch keine Angaben gemacht hatte, sandte zugleich eine ganze Anzahl von zur Hälfte mit seiner Flüssigkeit imprägnirten Tapetenmustern mit, aus der unter Vergleichung mit der nicht imprägnirten Hälfte zunächst hervorging, dass die Tapeten ein solches Imprägniren wohl vertragen, ohne darunter zu leiden. Mit Ausnahme von ganz unbedeutenden kaum merkbaren Veränderungen in der Farbe bei einigen wenigen Mustern war in keinem Fall ein Unterschied zwischen der imprägnirten und nicht imprägnirten Hälfte zu constatiren. Ich ging nun daran, die Tapetenproben mit einem nassen Schwamm mässig kräftig abzureiben und es zeigte sich, dass in der That die imprägnirten Hälften derselben waschecht geworden waren; dieselben blieben durchaus unverändert, während die anderen Hälften mehr oder weniger ihre Farbe verloren, ihre Muster verschwommen, mithin dieselben vollkommen zerstört wurden. Ich beschloss daher, diese Flüssigkeit auch zu den Desinfectionsversuchen an meinen Tapeten anzuwenden, die ich ja ebenfalls abwaschen wollte. —

Herr Campe hatte auch die Ansicht ausgesprochen, dass seine Flüssigkeit eine desinficirende Wirkung habe und den Aufenthalt und die weitere Entwickelung von Mikroorganismen an den imprägnirten Wänden überhaupt verhindern würde. Ein Weiterwachsthum von Mikroorganismen an den trockenen Wänden findet nun ja, wie schon oben bemerkt, überhaupt nicht statt, oder wenigstens nur in wenigen Ausnahmefällen, wenn die Wände genügende Feuchtigkeit haben. Dass sich aber Keime ungehindert aus der Luft auch an den imprägnirten Tapeten absetzen können und dort ihre volle Lebensfähigkeit weiter behalten, zeigt am besten der Befund, den ich ein paar Tage nach der künstlichen, vorhin geschilderten Einstäubung aus der Probeentnahme von den verschiedenen Tapetenstücken erhielt. Es wurden wiederum je 25 qcm mit einem sterilen Schwämmchen abgerieben und in Gelatine gebracht. — Es wuchsen:

		Bacter.	Schimmel	Zusammen
1	Rothe glatte Tapete, imprägnirt . .	6	16	22
	„ „ „ nicht imprägnirt	550	30	580
2	Helle Velourtapete, imprägnirt . . .	18	20	38
	„ „ nicht imprägnirt	54	24	78
3	Dunkle glatte Tapete, imprägnirt . .	9	42	51
	„ „ „ nicht imprägnirt	26	14	40
4	Leimfarbenwand. imprägnirt . . .	10	60	70
	„ nicht imprägnirt . .	34	98	132

Bis auf den einen Fall 3 enthielt die imprägnirte Seite stets etwas weniger Keime; ob dies wirklich auf eine desinficirende Wirkung der Imprägnation zu schieben ist, möchte ich nicht entscheiden. Die Zahl der untersuchten Proben ist wohl zu gering, um mit Sicherheit darauf hin zu behaupten, dass dies Verhältniss auch constant ein solches sei, wie in diesen Fällen.

Nachdem ich mich durch den eben erwähnten Versuch überzeugt hatte, dass die verschiedenen Tapetenproben eine genügende und den natürlichen Verhältnissen eines Wohnzimmers etwa entsprechende Anzahl von Mikroorganismen beherbergten, schritt ich zunächst zur Desinfection der Wände vermittelst Abwaschen derselben mit Sublimat und Carbol. Ich sterilisirte mir zu dem Zweck mehrere grössere Badeschwämme und einige weiche Bürsten in dem gewöhnlichen Dampfkochtopf und legte dieselben sodann direct in die Desinfectionsflüssigkeit. Als solche nahm ich Sublimat 1 : 1000 sowie 2 und 5 % Carbolsäure. Sodann wurde die betreffende Wandstelle unter mässigem Aufdrücken des Schwammes oder der Bürste einmal gründlich abgerieben, sodass bei den nur getünchten

Wänden der Kalkputz anfing, sich zu lösen und die nicht imprägnirten Tapeten ein etwas verschwommenes Aussehen durch Verwischen des Tapetenmusters erhielten. Es rieselte dabei stets die Desinfectionsflüssigkeit in einzelnen Strömen an der Wand herunter. Am andern Morgen waren sämmtliche desinficirten Stellen vollkommen wieder getrocknet und es wurde nun immer aus der Mitte der desinficirten Partie eine Probeabreibung gemacht, ganz in derselben Weise wie die früheren. Es war zu befürchten, dass noch viel Carbol bez. Sublimat an der Wand sass und mit in das Schwämmchen und weiter in das Gelatineröllchen gelangte; hier hätte dann dadurch überhaupt ein Wachsen der hineingebrachten Keime verhindert werden können. Um darüber gleich klar zu werden, wurde in jedem Falle noch ein Controlröhrchen angelegt in der Weise, dass ich mit einem etwas grösseren Schwämmchen etwa 100 qcm Carbol oder Sublimatwand abrieb; diese wurden dann in ein Gelatineröhrchen eingebracht und nun ein Tropfen einer faulenden Lösung zugesetzt. Es erfolgte in allen Fällen ein Wachsthum zahlreicher Colonieen und es war dadurch garantirt, dass auch in den übrigen Röllchen hineingebrachte Keime wachsen würden. Es entwickelten sich nun nach der Desinfection in den Röllchen die folgenden Colonieen. Zur besseren Vergleichung ist die Zahl der Colonieen, die von einer gleich grossen daneben liegenden und nicht desinficirten Fläche zur selben Zeit gewonnen wurde, mit angeführt.

Art der Wandbekleidung:	Nicht desinficirt	Abgewaschen mit:		
		Sublimat 1:1000	Carbol 2 Procent	Carbol 5 Procent
Thierstallwand, gekalkt	7087	72	324	1113
Laboratoriumwand, Leimfarbe . . .	164	24	21	24
Stubenthür, Oelfarbe	30	4	3	9
Rothe Tapete, imprägnirt	22	2	2	0
„ „ nicht imprägnirt . .	580	3	1	0
Helle Velourtapete imprägnirt . . .	38	1	0	3
„ „ nicht imprägnirt	78	7	1	1
Leimfarbe, imprägnirt	70	5	2	2
„ nicht imprägnirt	132	9	18	5

Wie ersichtlich, war der Effect der Desinfection in allen Fällen sehr wohl zu bemerken, absolute Keimfreiheit wurde aber nur in wenigen Fällen erzielt; ich beschloss daher, den Versuch zu wiederholen, diesmal aber die Wände zweimal an zwei aufeinanderfolgenden Tagen abzuwaschen und sodann wieder zu untersuchen. Ich erhielt:

Art der Wandbekleidung	2mal abgewaschen mit		
	Sublimat 1:1000	Carbol 2 Procent	Carbol 5 Procent
Rothe Tapete, imprägnirt	0	2	0
„ „ nicht imprägnirt . .	3	0	1
Helle Velourtapete, imprägnirt . . .	0	6	1
„ „ nicht imprägnirt	0	2	2

Das Resultat war nach der doppelten Desinfection ein schon mehr befriedigendes, in der Hälfte der Fälle ungefähr war die Wand von allen Keimen befreit worden und in den übrigen Gelatineröllchen waren nur einige wenige zur Entwickelung gekommen. — Ich will gleich bemerken, dass stets direct nach der Desinficirung der Tapeten das Zimmer verlassen wurde und bis zum andern Morgen verschlossen blieb; sodann wurde dasselbe möglichst vorsichtig wieder betreten und sofort die Wandproben entnommen, sodass eine erneute Bacterienablagerung auf den Tapeten zwischen Desinfection und Probeentnahme durch emporgewirbelten Zimmerstaub kaum stattgefunden haben konnte.

Auffallend ist, dass bei dem Abwaschen der Wände die Art und Concentration der desinficirenden Flüssigkeit anscheinend keine grosse Bedeutung hat. Ob mit 2- oder 5procentiger Carbollösung oder mit $1^0/_{00}$ Sublimat abgewaschen wurde, war im Grossen und Ganzen gleich für die Entfernung der Mikroorganismen. Es scheint also, als ob bei dieser Art der Wandreinigung das mechanische Entfernen der Keime die Hauptsache ist; dafür spricht ja auch, dass beim Abreiben mit einfach durch Dampf sterilisirten feuchten Schwämmen der grösste Theil der Bacterien schon beim ersten Mal von den Wänden in die Schwämme übergeht.

Ich wende mich jetzt zu der von Guttmann und Merke[1] empfohlenen Methode der Wandreinigung mittelst des Spray's, die ich in ganz gleicher Weise, wie es die beiden Autoren empfehlen, anwandte und zwar sowohl mit $1^0/_{00}$ Sublimat wie mit 5procentiger Carbolsäure. Die betreffende Wandfläche wurde so lange mit einem dichten Sprühnebel aus einem gewöhnlichen Handsprayapparat befeuchtet, bis dass die Wand bez. Tapete vollkommen durchnässt war und die Sprayflüssigkeit in dicken Tropfen herunterrieselte.

Trocknenlassen, Probe- und Controlentnahme von einer benachbarten nicht desinficirten Stelle am andern Morgen wurde genau so wie in der vorigen Versuchsreihe gemacht. Es wuchsen in den Röllchen:

[1] A. a. O.

Art der Wandbekleidung:	Nicht desinficirt	Abgesprayt mit:	
		Sublimat 1:1000	Carbol 5 Procent
Thierstallwand, gekalkt . . .	1420	77	23
Laboratorium, Leimfarbe . . .	66	0	2
Rothe Tapete	15	1	—
Helle Velourtapete	29	3	—
Dunkle „	11	—	0
Blaue glatte Tapete	41	—	12
Bunte rauhe Tapete	13	1	3
Apparatenzimmer, Kalkwand .	62	2	1

Wenn wir diese Versuchsreihe mit der vorigen vergleichen, finden wir nahezu dieselben Resultate: hier wie dort eine bedeutend geringere Anzahl von Mikroorganismen nach der Desinfection, aber vollkommene Sterilisirung nur in einigen Fällen. Bei sehr bedeutendem Bacteriengehalt der Wand scheint das Absprayen eine bessere Wirkung zu haben, wie das Abwaschen. Die Versuche im Thierstall zeigen wenigstens nach ersterer Desinfectionsmethode behandelt, eine bedeutend geringere Bacterienanzahl im Verhältniss zu der gleichen Controlprobe.

Ich habe jetzt noch einen Einwand zu widerlegen, der der Spraymethode gegenüber wohl gemacht werden kann. Kümmel[1] hatte nach dem Absprayen der Wände seines Operationszimmers mit gewöhnlichem Wasser zahlreiche Keime in der Zimmerluft gefunden; er schreibt: „Es war also das Gegentheil von dem Erwarteten eingetreten. Der Staub war von der Wand abgespült und in der Luft suspendirt.“ Es erscheint dies sehr wohl möglich, da ja die Keime an der Wand nur sehr lose sitzen; allerdings ist auch daran zu denken, dass durch das Hantiren in dem Zimmer Staub aufgewirbelt gewesen sein kann und dadurch der Bacteriengehalt der Zimmerluft für einige Stunden bedeutend vermehrt worden ist. Jedenfalls war es nicht undenkbar, auch wenn man mit desinficirenden Flüssigkeiten absprayte, dass nicht doch durch den wenn auch geringen Luftzug, den die ersten auffallenden Tropfen an der Wand hervorrufen werden, Keime in grösserer oder geringerer Anzahl abgesprengt werden und in die Zimmerluft übergehen konnten. Ein einfacher Versuch musste diesen Einwand entkräften. Wenn ich die Wand mit sterilisirtem Wasser absprayte und hinterher an der Stelle noch annähernd dieselbe Keimzahl fand, wie in einer benachbarten unbesprayten Controlprobe, so war ein mechanisches Entferntwerden natürlich ausgeschlossen. Die nachstehende

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 22.

Tabelle lässt erkennen, dass die Befürchtung in der That grundlos gewesen war.

	unbesprayt	mit sterilem Wasser abgesprayt
Thierstallwand	1386	1420
Laboratoriumwand . . .	88	87

Wir gewinnen durch diesen Versuch zugleich ein Urtheil darüber, wie die Desinfection beim Absprayen eigentlich vor sich geht. Im Gegensatz zu dem Abwaschen, wo die Keime mechanisch entfernt werden, tritt hier die chemische Wirkung in den Vordergrund. Die Keime bleiben an der Wand sitzen, werden aber durch Sublimat bez. Carbolsäure daselbst getödtet. Die Flüssigkeiten bleiben beim Absprayen auch länger an der Wand als beim Abwaschen, wo sie durch den Schwamm zum grössten Theil sogleich wieder aufgesogen werden. Es zeigte sich das deutlich daran, das abgesprayte Wände sehr viel länger nass blieben, als die abgewaschenen.

Was die Veränderung der Farbe u. s. w. der verschiedenen Wandbekleidungen durch das Absprayen mit Carbol und Sublimat anbetrifft, so constatirte ich in vollständiger Uebereinstimmung mit Guttmann und Merke,[1] dass eine solche nicht eintritt und dass also das Aussehen der Wände in keiner Weise geschädigt wird.

Ich komme jetzt zu dem letzten Wandreinigungsverfahren, das ich geprüft habe, das Abreiben mit Brod. Dasselbe wird, wie schon erwähnt, vom Publikum seit lange bereits zum Säubern der Wände von Schmutz und Staub angewendet, wird auch von den Behörden bei der Desinfection von Wohnungen angeordnet[1], ist aber meines Wissens bislang noch nicht wissenschaftlich näher auf seine hygienische Wirksamkeit untersucht worden. Die Säuberung der Wand von Keimen kann natürlich bei diesem Verfahren nur mechanisch geschehen, da dem Brod ja an sich keine antiseptischen Eigenschaften zukommen, dasselbe vielmehr einen vorzüglichen Nährboden für viele Mikroorganismen darstellt. Im frischen Zustande besitzt aber die weiche Brodkrume die Eigenschaft, sehr klebrig zu sein und dadurch alle kleinen losen Stäubchen und Partikelchen, die mit derselben in Berührung kommen, sehr fest zu halten; dass daher auch die Bacterien, die nicht fest an der Wand sitzen, am Brode haften bleiben würden, war von vorneherein nicht unwahrscheinlich.

Ich ging nun bei meinen Versuchen in folgender Weise vor. — Ganz frisches, gewöhnliches, gut durchgebackenes Roggenbrod wurde mit steri-

[1] A. a. O.

lisirten Messern zerschnitten, der Art, dass ich etwa handgrosse Stücke der harten Rinde bekam, an der noch eine dünne Schicht der weichen Krume daransass. Ich konnte mit diesen Brodstückchen sehr bequem unter mässigem Druck die Wände abreiben, ohne dabei die Tapeten u. s. w. mit der Hand berühren zu müssen, indem ich die Stücke bei der harten Rinde anfasste. Die weiche Krume unterhalb der Rinde war frei von jedem lebenden Mikroorganismus; dieselbe war ja beim Backen einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt gewesen und daher, obwohl vorher sehr keimreich, jetzt vollkommen sterilisirt.

In Folge dessen zeigten allerdings die von der Krume gemachten Deckglaspräparate unter dem Mikroskop die zahlreichsten Hefe- und Bacterienarten, aber in sechs Gelatineröllchen, in welche ich Krumenstücke eingebracht und vertheilt hatte, kam im Laufe der nächsten Wochen auch nicht eine einzige Colonie zur Entwickelung. Ich konnte also sicher sein, von dieser Seite keine Trübung meiner Versuche zu bekommen. Im Uebrigen wurden die letzteren ganz ähnlich wie die vorhergehenden angestellt, nur dass diesmal direct nach dem Abreiben der Wand, da ja dieselbe nicht erst zu trocknen brauchte, die Proben entnommen werden konnten.

In den meisten Fällen wurde die Wand nur einmal mässig kräftig abgerieben; es schwärzte sich dabei das Brod besonders bei dem Abreiben der alten Laboratoriumswände sehr deutlich; Theile desselben bröckelten auch ab und fielen auf den Fussboden, ein Umstand, der bei der Desinfection im Grossen wohl zu beachten ist.

In drei Fällen wurde die Wand zweimal und einmal im Thierstall sogar dreimal abgerieben, mit welchem Effect ist aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen:

Art der Wandbekleidung:	Nicht desinficirt	Mit Brod abgerieben:		
		einmal	zweimal	dreimal
Thierstall, Kalkwand	7087	31	—	2
Laboratorium, Leimfarbenwand . .	164	5	—	—
Stubenthür, Oelfarbe	30	0	—	—
Rothe Tapete, imprägnirt	22	0	0	—
„ „ nicht imprägnirt . .	580	1	—	—
Helle Velourtapete	38	1	—	—
Laborator., Leimfarbe imprägnirt . .	70	8	—	—
„ „ nicht imprägnirt	132	2	0	—
Goldbraune Tapete	—	0	0	—
Dunkle Velourtapete, imprägnirt	11	1	—	—
„ „ nicht imprägnirt	—	5	—	—
Blaue glatte Tapete	51	4	—	—

Wenn wir diese Tabelle mit den früheren vergleichen, zeigt sie entschieden die besten Resultate von allen. In 3 Fällen unter 12 hat nach einmaliger Abreibung die Wand keine Keime mehr und in den übrigen ist die Zahl derselben eine nur sehr geringe. Nach zweimaligem Abreiben war in sämmtlichen 3 Fällen die Wand keimfrei geworden und nur an der sehr keimreichen Thierstallwand waren auch nach dreimaligem Abreiben noch 2 Bacteriencolonieen in den Gelatineröllchen zur Entwickelung gekommen. Um zu erfahren, ob die Mikroorganismen von der Wand auch wirklich auf dem Brode haften geblieben waren, wurden in 2 Fällen kleine Proben des schmutzigen Brodes nach der Abreibung in ein Gelatineröhrchen gebracht; in beiden kam es zu zahlreicher Colonieenbildung und es war bemerkenswerth, dass diesmal die Colonieen meist von kleinen Brodstückchen aus ihren Ursprung nahmen; dieselben waren also nicht wie die Keime an den Schwämmen durch das anfängliche Hin- und Herbewegen in der noch flüssigen Gelatine von dem Brode losgerissen worden, sondern klebten mit besonderer Zähigkeit an demselben fest. — Was nun das Aussehen der verschiedenen Wandflächen nach dem Abreiben mit Brod anbetrifft, so war ein nachtheiliger Einfluss durch dies Verfahren in keinem Falle zu constatiren; auch die nicht imprägnirten Tapetenproben hatten in keiner Weise gelitten und die alten bestaubten und schmutzigen Thierstallwände zeigten im Gegentheil ein frisches und reines Aussehen wieder.

Wenden wir uns jetzt zur Vergleichung der in den vorstehenden Versuchsreihen geprüften Wandreinigungsmethoden, so haben wir in dem Abreiben mit Brod entschieden das sicherste Verfahren kennen gelernt, die Wände keimfrei zu machen. Was das Abwaschen und Absprayen mit desinficirenden Flüssigkeiten betrifft, so erwies sich beides nach dieser Hinsicht ziemlich gleich, erreichte aber in seiner Wirkung das erstere Verfahren nicht. — Eine Frage ist, ob man dem Sublimat oder dem Carbol den Vorzug geben soll; ich glaube, beim Abwaschen der Wände wird man sich beider Mittel mit gleichem Vortheil bedienen können, vielleicht auch sogar noch dünnere Lösungen als $1\,^0/_{00}$ Sublimat oder $5\,^0/_0$ Carbol anwenden dürfen, da ja hierbei die Mikroorganismen hauptsächlich mechanisch entfernt zu werden scheinen; man hat dann nur Sorge zu tragen, dass die herabrieselnde Waschflüssigkeit später auch vollkommen aus den Zimmern entfernt wird. Beim Absprayen der Wände wirkte nach meinen Versuchen die Carbolsäure eben so gut wie das Sublimat; Guttmann und Merke wollen letzteres allein angewendet wissen und ich würde es auch vorziehen, da es im Laboratoriumsversuch ja entschieden die Bacterien schneller tödtet, wenn man die giftigen Eigenschaften desselben nach der Desinfection wirklich vollständig beseitigen könnte. Ich komme

darauf sogleich noch zurück. — In den übrigen Punkten, die von Guttmann und Merke als Erforderniss für ein empfehlenswerthes Wandreinigungsmittel gewünscht werden, steht das Brod ebenfalls den andern nicht nach. Die Integrität der mit Brod abgeriebenen Wandflächen wird, wie wir eben sahen, nicht nur vollkommen gewahrt, dieselben erhalten sogar ein viel besseres oft sogar fast vollkommen neues Aussehen wieder; ganz dasselbe hat, wenn auch nach meinen Erfahrungen in nicht so vollkommenem Grade, bei dem Sprayverfahren statt, dagegen bei dem Abwaschen der Wände nicht. Letzteres wird man also nur anwenden können, wenn die Wände mit Oelfarbe gestrichen sind, oder wenn sie vorher abwaschbar gemacht worden waren, wozu ich die Campe'sche Flüssigkeit[1] nur empfehlen kann.

Endlich würde man Tapeten und Wände mit Leimfarbenanstrich natürlich unbeschadet abwaschen können, wenn man hinterher die Tapete abreissen, eine neue darüberkleben oder den Farbeanstrich ganz erneuern will.

Für die Gesundheit der Arbeiter, welche die Desinfection ausführen, sowie für die der späteren Bewohner des desinficirten Zimmers ist wohl bei und nach dem Abreiben mit Brod keine Schädigung zu fürchten. Es ist eben nur darauf zu achten, dass die auf die Erde fallenden Brodkrumen sorgfältig entfernt und unschädlich gemacht werden; letzteres würde wohl am zweckmässigsten durch Verbrennen auf dem Feuerheerde geschehen können.

Wir haben ferner aus den oben angeführten Versuchen ersehen, dass bei dem Absprayen keine Keime von der Wand in die Zimmerluft gelangen; dasselbe wird natürlich auch bei dem Abwaschen nicht der Fall sein. Eine andere hierher gehörende Frage ist aber wohl die, ob nicht das in der Wand zurückbleibende Sublimat später zu einer Quecksilbervergiftung der Inwohner Veranlassung geben kann. Diese Frage ist, wie Guttmann und Merke nachweisen, in der That eine durchaus berechtigte; erst 27 Tage nach dem Absprayen mit $1‰$ Sublimat war derselbe wieder vollständig aus der Tapete verschwunden. Wurde dagegen die Tapete nach dem Sublimat noch einmal in ganz gleicher Weise mit 1% kohlensaurem Natron abgesprayt, so war unmittelbar nach dem Trockenwerden keine Spur von Sublimat mehr nachzuweisen; es hatte sich alles in das unlösliche Quecksilberoxychlorid verwandelt. Es handelt sich also jetzt nur darum, ob das Quecksilber in dieser Verbindung ganz unschädlich für den menschlichen Organismus ist: es ist das meiner Meinung nach aber nicht der Fall. Der einfache Versuch im Reagensglas beweist,

[1] Zu beziehen durch Hrn. Prillwitz, Berlin, Borsigstrasse 12.

dass der aus Sublimatlösung durch kohlensaures Natron ausgefällte Niederschlag sich unter andern in Salzsäure und auch in Kochsalz sehr leicht und vollständig wieder löst. Derselbe Process wird natürlich auch im Magen stattfinden können, der ja freie Salzsäure in genügender Menge enthält, und die Gefahr einer Quecksilbervergiftung ist also, auch wenn man das Sublimat an den Wänden mit kohlensaurem Natron behandelt, in keiner Weise für die späteren Bewohner des Zimmers ausgeschlossen.

Bei dem Abwaschen mit Carbol kann natürlich von einer nachfolgenden Vergiftungsgefahr überhaupt nicht die Rede sein, doch bleibt darnach, wie ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann, leicht noch Wochen lang hinterher ein mehr oder weniger intensiver Carbolgeruch zurück, der das Wohnen in denselben sehr ungemüthlich macht. — Die Technik der auszuführenden Desinfection ist bei allen drei Methoden sehr einfach und von einem intelligenten Arbeiter ohne Weiteres leicht zu erlernen; bei dem Abreiben mit Brod ist zu bemerken, dass man die Wände, und besonders die tapezirten, nicht mit der harten Rinde berühren darf, da sonst durch Schrammen leicht die Integrität derselben verletzt werden kann. Eine gewissenhafte Arbeit und eventuell eine Controle derselben wird selbstverständlich bei allen Desinfectionsmethoden vorausgesetzt werden müssen.

Was nun schliesslich noch die Kosten anbelangt, so berechnen Guttmann und Merke dieselben für ein mittelgrosses Zimmer von 60 C. M. Raum für die Desinfection der Decke, des Fussbodens und der Wände unter Anwendung der Spraymethode in folgender Weise: für 8 grm Sublimat $4^1/_2$ Pf., ungefähr dasselbe für die nöthige Sodalösung und die Arbeitszeit von 6 Stunden für einen Mann.

Die gleichen Materialien sowohl wie dieselbe Arbeitszeit würde auch wohl für das Abwaschen der Wände erforderlich sein.

Beim Abreiben mit Brod stellen sich die Kosten für das Material natürlich etwas höher; doch lässt sich mit einem gewöhnlichen Roggenbrod zu 25 Pf. schon eine ganz ansehnliche Wandfläche säubern, sodass ich für die Wände des oben supponirten Zimmers meiner Berechnung nach, etwa 8 bis 10 Brode nöthig haben würde, was also einen Kostenaufwand von 2 bis 2·50 Mk. machen würde. Dafür ist aber ein einmaliges Abreiben mit Brod auch schneller geschehen als ein doppeltes Absprayen oder Waschen mit Sublimat und nachfolgendem Natron und so würden bei dem ersteren Verfahren die Kosten des Materials an denen des Arbeitslohnes wieder abgespart werden können.

Wenn ich demnach nunmehr auf Grund der von mir gemachten Versuche in Erwägung der eben aufgestellten Gesichtspunkte eine Methode der Wanddesinfection empfehlen

soll, würde ich vor Allem dem Abreiben mit Brod den Vorzug geben. Es wird dadurch am sichersten die Wand von allen Keimen gesäubert, das Verfahren ist absolut ungefährlich und macht ein sofortiges Wiederbewohnen des desinficirten Zimmers möglich, was beim Behandeln der Wände mit Sublimat auch mit nachfolgendem Absprayen oder -Waschen mit kohlensaurem Natron nicht unbedenklich wird zugegeben werden dürfen, und schliesslich ist es leicht und ohne grosse Kosten auch von nicht geschulten Leuten auszuführen.

Ich glaube also, dass man auf diese Weise nach dem jetzigen Standpunkte unserer Wissenschaft die Gefahr einer späteren Infection von der Wand aus auf das geringste praktisch zu erzielende Maass wird reduciren können.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten.

Von

Dr. med. Carl Fränkel,
Assistenten am hygienischen Institut in Berlin.

In demselben Maasse, wie sich in immer weiteren Kreisen der Naturforschung die Erkenntniss Bahn gebrochen hat, dass ein grosser Theil der krankhaften Zustände des menschlichen Körpers durch die Einwirkung kleinster Organismen, durch den Einfluss einer von aussen kommenden Infection veranlasst werde, hat man sich auch bemüht, der ersten Quelle der Ansteckung, der Herkunft und Wohnstätte dieser Krankheitserreger nachzuspüren und dieselbe für die unmittelbare Untersuchung freizulegen. Vor allen Dingen waren es die drei Hauptstücke unserer natürlichen Umgebung, welche hier als besonders verdächtig erschienen. Vermittelst der Athmung sollte die Luft, mit der Nahrung das Wasser die schädlichen Keime auf den Menschen übertragen, namentlich aber der Boden, auf dem wir leben und wohnen, der wahre Brutherd der „giftigen Pilze" sein, diese in seinem Innern üppigst wuchern und gedeihen.

Und diese Anschauung vermochte sich auf starke Füsse zu stellen, als es gelang, zwischen dem Auftreten, dem Anwachsen und dem Verschwinden zweier so bedeutender Infectionskrankheiten, wie Typhus abdominalis und Cholera asiatica einerseits und dem veränderlichen Stande der Bodenfeuchtigkeit, den Grundwasserschwankungen andererseits einen ausserordentlich innigen und beständigen Zusammenhang aufzufinden. Nun war man bereit, dem Boden die wichtigste Rolle oder sogar die alleinige Verantwortung für das Aufkommen von Seuchen der verschiedensten Art zuzuweisen, und die „örtliche und zeitliche Disposition des

Bodens" konnten in der Epidemiologie lange Zeit unbestritten die erste Stelle einnehmen.

Dann kamen die grossen Fortschritte der untersuchenden Forschung, welche es uns gestatteten, jenen bis dahin in Wahrheit mehr vermutheten als nachgewiesenen Krankheitserregern näher zu treten, über ihre Art und Lebenseigenschaften eingehenden Aufschluss einzuholen und damit die erste Vorbedingung für eine genauere Kenntniss von dem Wesen der Krankheitsvorgänge als solchen zu erfüllen.

Es lag nahe, an der Hand dieses neugewonnenen Wissens nun auch die bisherigen Anschauungen über die erste Herkunft der pathogenen Mikroorganismen nochmals zu prüfen und festzustellen, ob die Luft, das Wasser, der Boden in der That die willkommene Herberge und vornehmliche Wohnstätte der schädlichen Keime seien und wie sich die Verhältnisse ihrer Vertheilung im Einzelnen gestalteten. So bildeten sich für die Untersuchung des Wassers und der Luft bald eigene Methoden aus, welche mit Hülfe der festen Nährböden den Bacteriengehalt dieser Gebiete mit Sicherheit zu ermitteln im Stande waren. Der Boden dagegen blieb fast unberührt von derartigen Versuchen. Nur wenige bemühten sich, in seine Tiefen vorzudringen und das Verhalten der Mikroorganismen in jener vielbesprochenen Region des Grundwassers unmittelbar zu beobachten; meist begnügte man sich mit Feststellung der Thatsache, dass wenigstens auf der Oberfläche des Bodens reiche Mengen von Bacterien und niedersten pflanzlichen Organismen anderer Art hausten und erlaubte sich, dann hieraus auch weitergehende Schlüsse zu ziehen. Veranlasst wurde dies ohne Zweifel hauptsächlich durch das Fehlen einer einigermaassen geeigneten Methode für die bacteriologische Prüfung des Bodens; setzt derselbe doch der Anwendung der festen Nährmittel Schwierigkeiten entgegen, welche nicht ohne Weiteres zu überwinden sind und das Zustandekommen brauchbarer Ergebnisse leicht in Frage stellen.

Wollen wir die Grundsätze, welche sich bei der bacteriologischen Luft- und Wasseruntersuchung als maassgebend und zweckentsprechend erwiesen haben, in gleicher oder doch ähnlicher Weise auch für den Boden zur Geltung bringen, so müssen wir von einer anwendbaren Methode vor allen Dingen verlangen, dass dieselbe uns in jedem einzelnen Falle mit Sicherheit über Zahl und Art der in dem Untersuchungsmaterial befindlichen Keime Aufschluss gebe. Dies setzt voraus, dass möglichst sämmtliche Keime Gelegenheit finden, sich auf dem festen Nährboden nicht nur zu entwickeln, sondern auch zur Erzeugung gesonderter Colonieen zu schreiten, welche sich der Zählung und weiteren Beobachtung unmittelbar zugänglich erweisen. Gleiche Mengen des gleichen Materials müssen dann auch zu gleichen Resultaten führen, gleiche Mengen

verschiedenen Materials verschiedene, aber ohne Weiteres vergleichbare Ergebnisse liefern. Wird diese erste Bedingung nicht erfüllt, wird nicht allen Keimen — soweit sie überhaupt auf unseren Nährböden zu gedeihen im Stande sind — die Möglichkeit ungestörter Entwickelung geboten, so mangelt den Resultaten von vornherein die Zuverlässigkeit und sind dieselben nur mit Vorsicht weiter zu verwerthen.

Ausserdem soll eine brauchbare Methode nicht allzu umständlich in der Anwendungsweise und noch für den ungeübteren ausführbar sein.

Die bisher benutzten Verfahren zur bacteriologischen Bodenuntersuchung nun vermögen diesen Anforderungen nur theilweise zu genügen.

Koch[1] selbst hatte sich anfänglich darauf beschränkt, die zu untersuchende Bodenprobe vermittelst eines sterilisirten Scalpells über die Oberfläche einer mit erstarrender Nährgelatine beschickten Platte auszustreuen und aus Zahl und Art der später hier entstehenden Bacteriencolonieen einen Rückschluss auf die ursprünglich vorhandenen Mikroorganismen zu thun. Doch gelangen bei diesem Verfahren keineswegs alle in der Aussaat enthaltenen Keime zur freien Entwickelung oder gar zur Erzeugung selbstständiger Colonieen. Die Erdbröckchen legen sich stets nur oberflächlich und locker auf die Gelatineschicht; fast regelmässig — besonders wenn es sich um etwas feuchten Boden handelt — ballen sich ferner die kleinen Erdpartikelchen zu ziemlich festen Klümpchen zusammen, welche zäh aneinander haften und in ihrem Innern zahlreiche Keime umschliessen, welche nicht in Berührung mit dem Nährmaterial kommen, also auch nicht zur weiteren Entwickelung gelangen können und so der Berücksichtigung völlig entgehen.

In der That zeigten mir schon meine ersten Versuche, dass es auf diesem Wege kaum möglich sein würde, sichere, namentlich auch vergleichbare Ergebnisse zu erhalten.

Gleiche Mengen derselben Erdprobe wurden in der eben beschriebenen Weise auf zehn Platten über die noch halb flüssige Gelatine vertheilt und später die Zahl der entstehenden Colonieen festgestellt. Das Material stammte von der Oberfläche eines stark verunreinigten Bodens, der voraussichtlich einen reichen Gehalt an entwickelungsfähigen Keimen besass. Schon am ersten Tage nach der Aussaat konnte man unter dem Mikroskop mit schwacher Vergrösserung das Auftreten kleinster Colonieen wahrnehmen; nach 48 Stunden — es wurden diese Versuche in der wärmeren Jahreszeit (September 1885) angestellt — war die Platte mit zahlreichen,

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 34—35.

auch für das blosse Auge zum Theil schon sichtbaren Colonieen bedeckt, von denen eine grosse Anzahl verflüssigenden Arten angehörte. Mit Hülfe einer Zählscheibe, wie sie für die Untersuchung der Wasserplatten in allgemeinem Gebrauch ist, wurde dann ermittelt, wie viele Colonieen sich auf den einzelnen Platten befanden. Es ergaben sich hierbei recht wenig übereinstimmende Zahlen; denn während sich auf der einen Platte beispielsweise 2300 Colonieen entwickelt hatten, enthielt eine andere deren 11300, und die dazwischen liegenden Werthe waren: 2900, 3900, 4000, 4150, 5000, 7000, 8200 und 9800. Es versteht sich, dass ich mich mit diesem einen und ersten Versuche nicht begnügte, sondern demselben noch mehrere andere in der gleichen Weise folgen liess; es ist unnöthig, die Resultate derselben hier im Einzelnen mitzutheilen; genug, dass sie alle mit nicht miszuverstehender Deutlichkeit die Thatsache bestätigten, dass man auf diesem Wege vielleicht einen ungefähren und oberflächlichen Aufschluss über den Bacteriengehalt einer Bodenprobe erlangen kann, dass jedoch eine Sicherheit für eine auch nur annähernde Richtigkeit des Ergebnisses nicht besteht und nach Lage der Dinge auch nicht erwartet werden darf.

Man hat diese Mängel auch bald in ihrer Bedeutung erkannt und sich bemüht, in allen den Fällen, wo es sich um genaue, zuverlässige Resultate handeln musste, eine innigere und namentlich gleichmässigere Vermischung des Untersuchungsmaterials mit dem Nährmittel zu veranlassen.

Man versetzt die Erdprobe mit einer nicht zu geringen, genau abgemessenen Menge sterilisirten, destillirten Wassers, in welchem sie durch wiederholtes, kräftiges Schütteln nach Möglichkeit vertheilt wird. Hierbei sollen die kleinsten Erdbröckchen aufgelöst und erweicht, die denselben anhaftenden Keime freigelegt und losgespült werden. Nach einer bis zwei Stunden ist dieser Vorgang der Auswaschung zu Ende, und wenn man nun eine bestimmte Menge, eine oder zwei oder drei Oesen oder Tropfen oder auch $^1/_2$ bis 1 ccm von der Aufschwemmung nimmt und in Nährgelatine überträgt, so soll die Zahl der später auf der Platte entstehenden Colonieen uns Aufschluss geben über die ursprünglich vorhandenen Keime.

Die Erfahrung, der Versuch haben nun gezeigt, dass auch diese Methode keineswegs zu genauen und zuverlässigen Ergebnissen führt. Wir wollen ganz davon absehen, dass durch die Einfügung eines derartigen Zwischenstückes, wie es das destillirte Wasser hier ist, die Sicherheit des Verfahrens nicht gerade gewinnt. Auch das rein Mechanische, die unmittelbare Handhabung der Untersuchung wird in sehr erheblicher Weise erschwert und die Prüfung einer grösseren Anzahl von Bodenproben nach

diesem Verfahren zu einem recht zeitraubenden und umständlichen Geschäft. Die vorsichtige Uebertragung gleicher Erdmengen in sicher keimfreie Gefässe, das Abmessen des sterilisirten Wassers vermittelst steriler Pipetten oder Messcylinder, das häufig wiederholte Schütteln der Aufschwemmungen, die Entnahme einer ganz bestimmten Quantität wieder der letzteren behufs Einbringung in die Nährgelatine sind im Einzelnen alles ganz einfache und bequeme Handgriffe; müssen sie aber im Zusammenhang und vielleicht einige zwanzig Male hintereinander ausgeführt werden, um die eigentliche Untersuchung nur vorzubereiten, so wird das ganze Verfahren hierdurch entschieden schwerfälliger, als erwünscht sein kann.

Ein erheblich wesentlicherer Mangel der Methode besteht jedoch darin, dass sie, auch noch so sorgfältig angewendet, doch ihren Zweck, uns genaueren Aufschluss über den Bacteriengehalt des Bodens zu geben, nur recht unvollkommen erreicht. Selbst durch das intensivste Vermischen der Erde mit dem Wasser werden durchaus nicht alle Keime von den kleinen Bodenpartikelchen abgewaschen und losgelöst, die grössere Menge bleibt vielmehr an denselben haften. Und auf der anderen Seite ist es fast unmöglich, eine ganz genaue und gleichmässige Vertheilung dieser Erdtheilchen in der Aufschwemmung zu erreichen. Die Hauptmasse sinkt ohne Weiteres zu Grunde, erhebt sich auch beim kräftigsten Schütteln nur für wenige Augenblicke vom Boden und verhindert es so, dass im Moment der Entnahme der Probe für die Uebertragung auf Gelatine eine gleichmässige Mischung besteht, die allein zu sicheren Ergebnissen führen könnte.

Wie bedeutend diese Ungenauigkeiten unter Umständen sein können, mögen die Resultate eines Versuches beweisen, der auf die angegebene Weise angestellt wurde. Gleiche Mengen (1 grm) desselben Bodens wurden mit einem sterilisirten Metalllöffel in zehn keimfreie Glasfläschchen übertragen, mit je 100 ccm sterilen, destillirten Wassers übergossen und hier zwei Stunden unter oft wiederholtem, kräftigem Schütteln gehalten; ein grosser Theil der Erdbröckchen ging hierbei in eine schmutzige, graubraune Lösung über. Je 1 ccm dieser Mischung wurde dann mit sterilisirter Pipette abgehoben und unmittelbar in die flüssige Gelatine eines Reagensröhrchens übertragen.

Auf den darauf angefertigten Platten waren nach 3 × 24 Stunden die Colonieen zu ansehnlicher Grösse ausgewachsen und die mit Hülfe der gewöhnlichen quadrirten Scheibe angestellte Zählung ergab dann folgende Resultate.

In jedem der sechs ausgezählten Quadrate waren enthalten Colonieen:

Platte		Im Durchschnitt	Grösse der Gelatinefläche Quadrate	Zahl der Colonieen
1	60. 45. 50. 40. 36. 40.	$\frac{270}{6} = 45$	90	4000
2	26. 30. 40. 40. 30. 35.	$\frac{200}{6} = 33$	70	2200
3	12. 12. 12. 18. 22. 10.	$\frac{86}{6} = 14$	80	1120
4	80. 75. 80. 60. 80. 80.	$\frac{450}{6} = 75$	70	5200
5	60. 70. 60. 85. 96. 70.	$\frac{440}{6} = 73$	80	5800
6	62. 90. 130. 120. 120. 110.	$\frac{630}{6} = 105$	80	8400
7	12 18 36. 18. 14. 16.	$\frac{114}{6} = 19$	70	1330
8	12. 14. 12. 14. 26. 22.	$\frac{100}{6} = 17$	80	1360
9	20. 26. 24. 36. 32. 36.	$\frac{174}{6} = 29$	90	2600
10	58. 44. 42. 46. 72. 66.	$\frac{320}{6} = 53$	80	4240

Ebenso bemerkenswerthe Unregelmässigkeiten der Ergebnisse, wie sie in dieser Reihe zu Tage treten, stellen sich auch dann ein, wenn man aus derselben Erdaufschwemmung, aus demselben Gläschen, hintereinander eine Anzahl gleicher Proben entnimmt und auf die Platte bringt. Auf vier in dieser Weise mit je 1 ccm angefertigten Platten fanden sich:

Platte		Im Durchschnitt	Grösse der Gelatinefläche Quadrate	Zahl der Colonieen
1	36. 24. 26. 22. 34. 38.	$\frac{180}{6} = 30$	70	2100
2	14. 18. 17. 17. 19. 22.	$\frac{107}{6} = 18$	70	1260
3	48. 52. 66. 54. 55. 62.	$\frac{330}{6} = 55$	80	4400
4	34. 22. 22. 28. 30. 42.	$\frac{176}{6} = 29$	80	2300

Schon aus den mitgetheilten Beispielen, welche aus einer nicht geringen Zahl ähnlicher Ergebnisse und keineswegs als die auffallendsten herausgegriffen sind, wird man wohl erkennen, dass diese Methode der Bodenuntersuchung viel zu wünschen übrig lässt und nicht zu sicheren Resultaten führt.

Ich habe mich deshalb dieses Verfahrens nur vorübergehend bedient und demselben ein anderes vorgezogen, welches freilich auch nicht ganz fehlerlos ist. Man bringt die Bodenprobe ohne Weiteres in die flüssige Gelatine des Reagensröhrchens ein und sucht sie hier mit Hülfe eines starken Platindrahtes möglichst zu zerkleinern und zu zerdrücken. Durch wiederholtes Auf- und Abneigen des Glases wird die Erde dann gleichmässig vertheilt und endlich der Inhalt der Röhrchen auf die Platte ausgeschüttet.

Es lässt sich hierbei gar nicht vermeiden, dass ein Theil der Erde an den Wandungen des Glases haften und im Reagensröhrchen zurückbleibt, also der Berücksichtigung entgeht. Zweifellos ist das ein sehr wesentlicher Mangel und wohl auch die Veranlassung, dass man sich überhaupt bemüht hat, diese an und für sich einfachste und nächstliegende Methode der bacteriologischen Bodenuntersuchung durch andere zu ersetzen. Doch ist der Fehler keineswegs so gross, als man zunächst annehmen sollte. Neigt man das Gläschen, bevor man den Inhalt ausgiesst, vorsichtig so lange auf und nieder, bis die Erdbröckchen sich dicht vor dem Wattepfropfen angesammelt haben, schüttet man die Gelatine dann möglichst schnell auf die Platte und benutzt den vorher sterilisirten Rand des Reagensröhrchens noch, um den Nährboden gleichmässig zu vertheilen, so bleibt keine allzu bedeutende Menge des Materials im Glase zurück. Bewahrt man das ausgeleerte Gläschen dann weiter auf, so kommt es in demselben, in den geringen Resten der Nährgelatine nachträglich zur Entwickelung von Colonieen aus den zurückgelassenen Erdtheilchen, und man hat also Gelegenheit, auch diese noch der Beurtheilung zu unterziehen. Aber selbst wenn man hierauf verzichtet, so liefert das Verfahren doch, wie die praktischen Versuche zeigen, ziemlich fehlerlose Resultate, die wohl so zu Stande kommen, dass in fast allen Fällen eben etwa gleiche Mengen des Untersuchungsmaterials im Glase zurückbleiben und sich die Abweichungen im Einzelnen nicht allzu bedeutend gestalten.

Gleiche Mengen derselben Erbprobe wurden in zehn Gläschen mit flüssiger Gelatine eingebracht, mit einem sterilen, starken Platindraht in derselben gründlich zerkleinert und vertheilt und der Inhalt der Röhrchen endlich auf Platten ausgegossen. Nach 2×24 Stunden trugen die einzelnen Platten 3500, 3700, 3700, 3900, 3500, 3300, 4000, 3600, 3600, 3200 Colonieen.

Wie man sieht, ist das Resultat ein sehr gleichförmiges und übereinstimmendes, denn die geringfügigen Abweichungen, welche sich geltend machen, halten sich innerhalb jener Fehlergrenzen, auf welche man bei jedem derartigen Versuche gefasst sein muss. Da die eben mitgetheilte Reihe keineswegs durch einen besonders günstigen Zufall veranlasst wurde,

sondern nur ein Beispiel aus einer grösseren Zahl ähnlicher Ergebnisse ist, so habe ich, wie schon bemerkt, kein Bedenken getragen, mich längere Zeit hindurch dieser Methode zu bedienen und sie den anderen, bisher mitgetheilten, vorzuziehen.

Noch um vieles brauchbarer für die Zwecke der bacteriologischen Bodenuntersuchung ist freilich ein Verfahren, welches aus der Benutzung der von E. Esmarch[1] beschriebenen Abänderung des Koch'schen Plattenverfahrens hervorgeht. Das Material wird wie gewöhnlich in die flüssige Gelatine des Reagensglases eingetragen und gründlich in derselben vertheilt, dann der Inhalt des Röhrchens aber nicht auf die Platte ausgegossen, sondern an den Wandungen des Glases selbst in gleichmässiger Schicht ausgebreitet nnd so zum Erstarren gebracht. Es gelingt dies am besten, wenn man den Wattepfropfen des Röhrchens mit einer kleinen Gummikappe überzieht, das Gläschen dann wagerecht in eine Schüssel mit Eiswasser legt und hier in drehende Bewegung um seine Längsaxe versetzt. In wenigen Augenblicken ist die Gelatine erstarrt und überzieht dann die Innenfläche des Reagensröhrchens als ebene, völlig glashelle Schicht.

Doch sind einige Vorsichtsmaassregeln bei der Ausführung dieses Verfahrens nicht ausser Acht zu lassen. Ragt der Wattepfropf erheblich über die Mündung des Reagensrohres heraus, so ist die Gummikappe nicht im Stande, denselben gegen die Berührung mit dem Wasser völlig zu schützen und die Flüssigkeit dringt dann leicht auch in das Innere des Gläschens vor. Es ist deshalb anzurathen, den Wattebausch mit der Schere so weit abzutragen, als er aus der Oeffnung des Reagensgefässes herausschaut und die Gummikappe dann möglichst straff überzuziehen. Legt man das Glas auf das Eiswasser, lässt es auf demselben frei schwimmen und dreht es nun um seine Axe, so fliesst ein grosser Theil der Gelatine, der Schwere folgend, nach der einen oder der anderen Seite hin und es kommt nun zu Ungleichheiten in der Vertheilung des Nährbodens. Man muss deshalb den Hals des Reagensglases, während man es mit der rechten Hand rotirt, mit der linken Hand leicht fixiren, bis die Gelatine erstarrt und nun ihre Lage nicht weiter verändern kann. Man erkennt diesen Zeitpunkt bei unseren Versuchen sehr deutlich an dem Verhalten der in der Gelatine befindlichen Erdbröckchen und Sandkörner. Beginnen diese den drehenden Bewegungen des Glases zu folgen, so wird damit angezeigt, dass der Nährboden nun in die feste Form übergegangen ist.

War die Gelatine in dem Augenblicke, wo das Reagensrohr auf das Eiswasser gelegt wurde, noch zu warm, so treten aus der Watte in das

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 2.

sich energisch abkühlende Innere des Gläschens so viele Luftblasen ein, dass die Gelatine von denselben durchsetzt und die spätere Untersuchung hierdurch erheblich erschwert wird. Es empfiehlt sich daher, die Röhrchen jedesmal schon, bevor sie in das Eiswasser kommen, ungefähr bis zum Zähwerden der Gelatine erkalten zu lassen.

Zu wiederholten Malen ist es mir ferner begegnet, dass in einzelnen derartigen Röhrchen zunächst jede Entwickelung von Colonieen auffallender Weise ausblieb. Es zeigte sich dann, dass die Gelatine beim Erstarren die untere Fläche des Wattepfropfens mit einer undurchdringlichen, dicken Lage überzogen und so der Luft den Zutritt zu dem Innern des Gläschens völlig verlegt hatte. Die in der Aussaat enthaltenen aëroben Bacterien hatten sich deshalb nicht zu entwickeln vermocht. Doch genügt es, die Watte herauszuziehen und die schliessende Haut mit einem sterilen Platindraht zu durchstossen, um noch nachträglich das Auswachsen der Colonieen zu veranlassen. Man thut deshalb gut, sich sogleich nach Anfertigung der Röhrchen davon zu überzeugen, ob der Wattepfropf auch noch locker genug aufsitzt, um der Luft den Durchgang zu gestatten.

Beobachtet man alle diese kleinen Vorsichtsmaassregeln, so lässt das Verfahren aber in der That nur wenig zu wünschen übrig. In derselben Zeit, wie sonst auf der Platte, kommt es auch hier zur Entstehung der Colonieen, und die Zahl derselben kann nun in der von Esmarch angegebenen Weise mit Hülfe eines besonderen Zählapparates schnell und sicher festgestellt werden.

Bei dieser Art der Untersuchung kann kein Theil des für die Aussaat verwandten Materials der Berücksichtigung entgehen, und die Menge der Erdprobe, aus welcher sich später die Colonieen entwickeln, ist in jedem Falle auf das genaueste zu bestimmen. Es wird deshalb auch nicht auffallen, wenn die Resultate sich durch ein hohes Maass von Zuverlässigkeit und Gleichförmigkeit auszeichnen und in dieser Hinsicht selbst hinter den Ergebnissen der bacteriologischen Wasseruntersuchungen kaum zurückbleiben.

Die Erdbröckchen weichen in der flüssigen Gelatine so weit auf und geben die ihnen anhaftenden Keime so vollständig an die Nährlösung ab, dass es meist zu einer ganz ebenmässigen Vertheilung derselben in der letzteren kommt und die später entstehenden Colonieen sich gleichmässig über die verschiedenen Abschnitte des Röhrchens verbreiten. Kleine Abweichungen im einzelnen sind freilich auch hier nicht ausgeschlossen. Denn auch die Untersuchung des Bodens nach dem Esmarch'schen Verfahren vermag über einen sehr wesentlichen Uebelstand nicht hinweg zu helfen, welcher jede bacterioskopische Prüfung des Bodens störend beeinflussen wird. Es ist dies die Thatsache, dass man jedesmal nur kleine

Mengen der Erde der Untersuchung unterwerfen kann, dass man deshalb stets nur Bruchwerthe vor sich hat und dass man beispielsweise in einer Probe aus 2 m Tiefe 150 Keime finden kann, während eine dicht neben dieser entnommene unter Umständen eine erheblich grössere oder geringere Anzahl von Bakterien enthält. Ebensowenig wie es im Boden unter natürlichen Verhältnissen zu jener schnellen und gleichmässigen Vermengung der einzelnen Theile kommt, wie dies beispielsweise im Wasser Statt zu haben pflegt, ebensowenig sind wir später im Versuche im Stande, dies zu veranlassen und damit unseren Ergebnissen in jedem Falle eine weitergehende Gültigkeit zu verschaffen. Auf der anderen Seite aber sind doch auch im Boden die Unterschiede im Keimgehalte mehrerer dem gleichen Herkunftsorte angehöriger Erdmengen keineswegs so gross, als man wohl a priori anzunehmen geneigt wäre, und da, wo bei der Verarbeitung desselben Materials sich erhebliche Abweichungen in den Ergebnissen geltend machen, handelt es sich meist um Fehler bei der Ausführung des Verfahrens.

Die Genauigkeit der Methode und ihre Brauchbarkeit namentlich für vergleichende Untersuchungen wird wohl am besten durch einige Zahlen erwiesen, welche auf diese Weise erhalten wurden.

Gleiche Mengen derselben Erdprobe gaben nach 2 × 24 Stunden Colonieen in den Röhrchen:

Platte		Im Durchschnitt	Grösse der Gelatinefläche Quadrate	Zahl der Colonieen
1	14. 14. 30. 24. 30. 30.	$\frac{142}{6} = 24$	80	1920
2	20. 20. 20. 22. 25. 40.	$\frac{147}{6} = 24$	80	1920
3	14. 26. 30. 28. 24. 16.	$\frac{138}{6} = 23$	80	1840
4	16. 26. 26. 26. 34. 50.	$\frac{178}{6} = 29$	70	2000
5	24. 24. 20. 18. 20. 16.	$\frac{122}{6} = 20$	90	1800
6	14. 20. 30. 26. 20. 16.	$\frac{126}{6} = 21$	80	1700
7	14. 20. 28. 34. 16. 30.	$\frac{142}{6} = 23$	80	1840
8	24. 22. 16. 16. 24. 30.	$\frac{132}{6} = 22$	80	1760
9	30. 25. 28. 26. 24. 14.	$\frac{147}{6} = 24$	80	1920
10	30. 22. 28. 26. 20. 50.	$\frac{176}{6} = 29$	70	2000

Es ist leicht begreiflich, dass die Zahl der Colonieen im Allgemeinen in diesen Röhrchen eine grössere sein wird, als wenn man dasselbe Material mit dem gewöhnlichen Plattenverfahren untersucht, bei welchem, wie wir gesehen haben, ein Theil der Erde immer im Reagensglase haften bleibt. So ergaben die gleichen Mengen derselben Erde, welche die eben mitgetheilten Zahlen von Colonieen geliefert hatte, auf gleichzeitig angefertigten Platten 1640, 1780, 1820, 1740, 1580, 1480, 1700, 1640, 1580, 1600 Colonieen.

Ebenso wichtig wie die Genauigkeit und Gleichmässigkeit der Resultate ist ein anderer Vorzug dieser Röhrchenmethode, auf welchen Esmarch schon aufmerksam gemacht hatte. Es giebt eine gewisse Anzahl von Bacterienkeimen, welche nicht in derselben Zeit, nicht mit der gleichen Schnelligkeit wie die grosse Mehrzahl der übrigen zum weiteren Wachsthum und zur Entwickelung kommen, sondern erst viele Tage nach der Aussaat daran gehen, sich zu vermehren und sichtbare Colonieen zu bilden. Die gewöhnlichen Gelatineplatten aber lassen sich nur sehr schwer über längere Zeit aufbewahren; Verunreinigungen, welche aus der Luft oder sonst irgend woher kommen, siedeln sich auf ihnen an und stören die spätere Untersuchung in hohem Maasse. So kommt es, dass man überhaupt erst seit der Einführung der Esmarch'schen Methode auf diese langsam wachsenden Bacterien aufmerksam geworden ist und Gelegenheit gefunden hat, sie näher kennen zu lernen. Gerade im Boden aber scheinen dieselben nicht eben selten aufzutreten, und ich habe in einer ganzen Anzahl von Fällen noch Wochen nach der Aussaat in den Röhrchen Colonieen erscheinen sehen, welche von solchen Nachzüglern herstammten.

Auch die Untersuchung auf anaërobe Organismen, die im Boden eine besonders hervorragende Rolle spielen sollen, lässt sich nach dem Esmarch'schen Verfahren leicht bewerkstelligen. Hat man die Gelatine mit den Erdbröckchen an den Wänden des Reagensglases vertheilt und zum Erstarren gebracht, so füllt man nachträglich den leeren Innenraum des Röhrchens gleichfalls mit Gelatine aus und sperrt so den Luftzutritt zu den ausgesäeten Keimen ab. Ist die Gelatine, welche man eingiesst, nicht wesentlich wärmer als etwa 26—28°, also eben flüssig, und bringt man sie durch Eintauchen des Gläschens in Eiswasser möglichst rasch zur Gerinnung, so weicht die schon feste Mantelschicht nicht wieder auf, und hier werden also die Colonieen der anaëroben Bacterien später zur Entwickelung kommen.

Da das Esmarch'sche Verfahren demnach nicht bloss den Vorzug der Sicherheit und Zuverlässigkeit bietet, sondern seine Handhabung auch eine ausserordentlich einfache und wenig umständliche ist, so glaube ich,

dasselbe für die Zwecke der bacteriologischen Bodenuntersuchung an erster Stelle empfehlen zu dürfen.

Der einzige Mangel, welcher ihm anhaftet, ist, dass die Röhrchen einer grösseren Anzahl von verflüssigenden Colonieen gegenüber nicht lange Stand halten. Hat man es, wie häufig in den Proben von der Oberfläche des Erdbodens mit reichen Mengen von solchen zu thun, so ist die Gelatineschicht, auch wenn man die Röhrchen wagerecht aufbewahrt, häufig schon am zweiten Tage völlig aufgelöst und von den Wänden des Glases heruntergelaufen. Eine Zählung oder anderweitige Untersuchung ist dann nicht mehr möglich, und muss man in diesen Fällen von vorneherein mit ganz besonderer Sorgfalt den geeigneten Zeitpunkt zu erfassen wissen, wo die Colonieen zwar schon eine gewisse Grösse erreicht haben, die Verflüssigung aber doch die ersten Anfänge noch nicht überschritten hat. Manche langsamer wachsende Colonieen werden hierbei freilich übersehen werden aber andererseits sind doch nur die oberflächlichen Schichten des Bodens so reich an verflüssigenden Arten, dass man wesentlich mit diesem Factor zu rechnen genöthigt wäre.

Untersucht man ein Esmarch'sches Röhrchen, welches mit keimhaltiger Erde beschickt ist, 24 Stunden nach der Aussaat mikroskopisch in der für diese Zwecke gebräuchlichen Weise, — mit schwachem Objectiv, starkem Ocular und engster Blende — so kann man bereits das beginnende Wachsthum der Colonieen beobachten. Ein Theil derselben, vielleicht die grössere Hälfte, liegt frei in der Gelatine; sie stammen von Keimen ab, welche von den Erdbröckchen abgewaschen und losgelöst worden sind. Andere Colonieen aber nehmen ihren Ursprung unmittelbar von den kleinsten Bodenpartikelchen, welche sich unter dem Mikroskop ohne Weiteres als solche erkennen lassen und entweder als krystallinisch glänzende, weisslichgelbe, mehr oder minder durchscheinende, vielkantige Körnchen auffallen, oder das Aussehen amorpher, unregelmässiger, undurchsichtiger, verschieden dunkel gefärbter Klümpchen besitzen. Die entstehenden Colonieen nun lugen als gelbliche, scharf umrandete Häufchen unter den kleinen Erdtheilchen hervor oder sie erstrecken sich von einer hervortretenden Ecke eines solchen Körnchens schon weit in die Gelatine hinein oder sie umschliessen dasselbe von allen Seiten, und häufig sieht man endlich auch eine ganze Anzahl von Colonieen um ein grösseres Erdbröckchen als Ausgangsstätte versammelt. Nach nochmals 24 Stunden ist das Bild dann ein wesentlich verändertes; die Entwickelung der Colonieen ist weiter vorgeschritten, viele sind schon mit blossem Auge zu erkennen und die Zählung kann nun erfolgen. Mit Hülfe des Esmarch'schen Apparates gelingt dies sicher und schnell; nur der Anfänger wird vielleicht einige Schwierigkeit haben, die kleinen Colonieen unter der Loupe

von den in der Gelatine befindlichen Erdbröckchen zu unterscheiden. In der Regel kennzeichnen sich die letzteren ohne Weiteres durch ihre unregelmässige Gestalt, ihr körperliches Hervortreten, ihren Glanz und ihre Farbe.

Will man die eine oder andere der Colonieen einer näheren Untersuchung unterwerfen, so entfernt man den Watteverschluss des Röhrchens, dringt mit der Platinnadel von der Seite in das Innere desselben ein und entnimmt nun unter fortwährender Controle des Mikroskops etwas von der betreffenden Colonie.

Wir haben bereits gesehen, dass diese Art der Bodenuntersuchung vermittelst des Esmarch'schen Verfahrens zu recht vollkommenen Resultaten führt und jener Anforderung zu entsprechen vermag, welche wir von Anfang an an eine brauchbare Methode der bacteriologischen Bodenuntersuchung stellen zu müssen glaubten, nämlich bei der wiederholten Prüfung gleicher Mengen des gleichen Materials auch gleiche, und bei der Prüfung gleicher Mengen verschiedenen Materials demnach unbedingt vergleichbare Ergebnisse zu liefern.

Es setzt das voraus, dass man im Stande ist, auch unter allen Umständen genau gleiche Quantitäten Erde mit der flüssigen Gelatine in innige Berührung zu bringen und es fragt sich nun, wie man dieser Vorbedingung am ehesten gerecht werden soll. Gleiche Mengen eines Materials, wie es der Boden bietet, lassen sich auf zwei verschiedenen Wegen gewinnen: sie können entweder abgewogen oder abgemessen werden. Das erstgenannte Verfahren ist jedoch nicht frei von mancherlei Unzuträglichkeiten. Vor allen Dingen ist das Gewicht einer bestimmten, vielleicht sogar derselben Erdmenge eine von Fall zu Fall ausserordentlich veränderliche Grösse, deren Feststellung von sehr beträchtlichen Unregelmässigkeiten begleitet sein kann. Diese Ungleichheiten sind weniger durch das im Allgemeinen ziemlich constante und nur geringen Schwankungen unterworfene specifische Gewicht verschiedener Erdproben als vielmehr durch den unter Umständen sehr variablen Wassergehalt der betreffenden Bodenschichten bedingt. 1 grm Boden kann demnach bald diese bald jene Grösse darstellen, und die Sicherheit der Resultate wird durch diese Verhältnisse unbedingt beeinflusst.

Ausserdem ist die Bestimmung einer Erdmenge nach dem Gewicht auch das ganz erheblich umständlichere Verfahren. Bei der sehr grossen Anzahl von Keimen, die in vielen Erdproben enthalten sind, handelt es sich häufig genug darum, verhältnissmässig kleine Mengen des Materials zu untersuchen. Eventuell nun 20 oder 30 Mal nach einander auf jedesmal gewechselter keimfreier Unterlage, die zuvor auch noch tarirt werden muss, genau 3 oder 4 cgrm Erde abzuwägen, ist ein in der That ebenso mühsames als zeitraubendes Geschäft.

Ich habe es deshalb vorgezogen, das Untersuchungsmaterial in jedem Falle abzumessen. Als Messgefäss diente mir eine kleine Nummer des chirurgischen scharfen Löffels, nach dessen Modell ich mir später das Instrument aus Platin habe anfertigen lassen, um es vor und nach dem jedesmaligen Gebrauche schnell und sicher sterilisiren zu können. Wird ein derartiger Platinlöffel mit Erdboden gefüllt, bis er gestrichen voll ist, so enthält er, wie zahlreiche Versuche ergeben haben, im Mittel $^1/_{50}$ ccm. Dass dieses Verfahren es erlaubt, ausserordentlich gleichmässige, übereinstimmend grosse Quantitäten Erde abzumessen, geht wohl schon aus den oben mitgetheilten Resultaten der auf diese Weise angestellten Versuche hervor.

Haben wir demnach eine brauchbare, wenn auch keineswegs vollkommene Methode kennen gelernt, den Erdboden auf seinen Bacteriengehalt zu prüfen, so werden wir uns nun damit beschäftigen müssen, in welcher Weise das Material für die Untersuchungen am zweckmässigsten zu gewinnen sei. Handelt es sich nur um die oberflächlichen Schichten des Bodens, so genügt es selbstverständlich, kleine Mengen derselben in keimfreie, mit Wattepfropfen versehene Glasfläschchen aufzunehmen und so dem Orte der Untersuchung zuzuführen. Will man aber aus den tieferen Theilen Proben gewinnen, welche denselben auch mit Sicherheit entstammen, so stösst man auf nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Nur selten wird es möglich sein, durch Abgraben, durch fortgesetztes Abtragen der höheren Lagen in die Tiefe vorzudringen, gewöhnlich wird man vielmehr auf die Ergebnisse von Bohrungen angewiesen sein, welche mehr oder minder schnell zum Ziele führen. Nun ist aber keine der im Gebrauche befindlichen Arten von Erdbohrern im Stande, Proben an die Oberfläche zu fördern, deren Herkunftsort sich mit genügender Genauigkeit bestimmen liesse. Selbst wenn die Bohrung mit grosser Sorgfalt ausgeführt, nur die inneren, dem Bohrer selbst zunächst liegenden Theile der heraufgebrachten Erdmengen weiter berücksichtigt werden und irgend eine Vermengung der verschiedenen Proben unter einander unter keinen Umständen stattfindet, so ist die Sicherheit doch keine vollkommene, dass z. B. die aus 2 m Tiefe erhaltene Erde auch in der That dieser Tiefe entstammt. Sowohl beim Einsenken wie beim Heraufheben des Bohrers kommt derselbe und das eventuell auf ihm befindliche Material in ununterbrochene Berührung mit den verschiedenen Wandschichten des Bohrloches, von denen sich Theile ablösen und auf ihn übergehen, namentlich aber kann es gar nicht vermieden werden, dass bei der wiederholten Benutzung desselben Bohrloches jedesmal Stücke aus den höher gelegenen Partieen nachstürzen und dann in der Tiefe wieder vom Bohrer aufgenommen werden. Habe ich beispielsweise die Bohrung

bis zu 3 m Tiefe fortgeführt und hebe den Bohrer nun heraus, um das gewonnene Material heraufzubringen, so bröckeln schon bei dieser Gelegenheit Theile der Wandungen des Bohrloches ab und gleiten in die Tiefe. In noch stärkerem Maasse ist dies aber der Fall, wenn ich nun, um die Bohrung fortzusetzen, den Bohrer wieder einsenke. Auch von der Oberfläche fallen dann grössere oder kleinere Mengen herunter, die gleich beim nächsten Male vom Bohrer wieder erfasst und mit dem Material, das wirklich aus $3^1/_4$ oder $3^1/_2$ m stammt, von neuem heraufgebracht werden. So geringfügig und bedeutungslos eine derartige „Verunreinigung" auch erscheinen mag, so nimmt sie den Ergebnissen doch die durchaus erforderliche vollständige Sicherheit; erhält man bei Untersuchung einer Probe aus 3 m noch etwa 1000 Colonieen in der gewöhnlich verwendeten Menge Erde, so bleibt es fraglich, ob uns ein misslicher Zufall nicht vielleicht gerade jene nachgerutschten Theile aus viel höher gelegenen Schichten in die Hände gespielt und so das Resultat gefälscht hat.

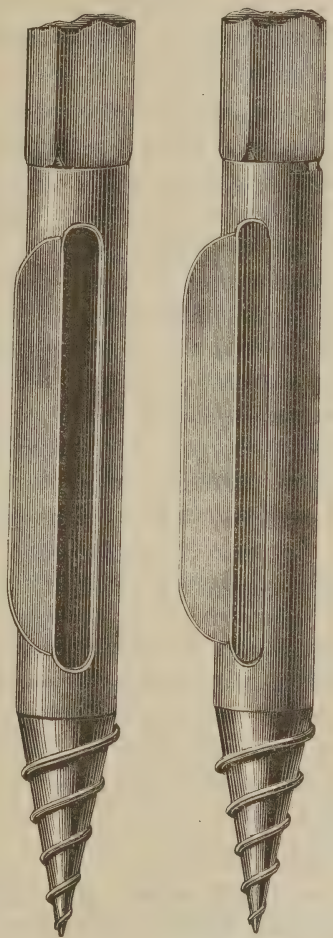


Fig. 1a in offenem Zustande. Fig. 1b in geschlossenem Zustande.

Ich habe mir deshalb ein besonderes Bohrinstrument bei Dr. Muencke hier herstellen lassen, welches die Erdproben für die bacteriologische Untersuchung aus den tieferen Schichten mit der vollkommensten Genauigkeit, unter Garantie der Sicherheit zu gewinnen vermag.

Wenige Centimeter oberhalb des eigentlichen möglichst einfach gestalteten Bohrgewindes befindet sich in der $3^1/_2$ cm dicken Bohrstange ein 12 cm langer, 2 cm tiefer löffelförmiger Ausschnitt, der für die Aufnahme der Erde bestimmt und dessen hinterer — von vorne gesehen — Rand angeschärft ist, um auch in festere, härtere Bodenschichten einzudringen

und hier die genügende Menge von Material zu erhalten. Dieser Ausschnitt kann nun durch eine bewegliche Hülse, deren rechter Rand etwa 15 mm hoch nach aussen umgebogen ist, völlig verschlossen werden. Bewegt man die Hülse von dem Ausschnitt fort, so dass der letztere frei geöffnet ist, so stösst der linke, hintere Rand der Hülse oben an einen niedrigen Längsvorsprung, eine kurze Leiste, welche es verhindert, dass die Hülse sich von der anderen Seite her wieder über den Ausschnitt fortschiebt.

Führe ich den Bohrer nun mit verschlossenem Ausschnitt in den Boden ein, so bleibt die Hülse so lange fest über dem Ausschnitt liegen, als der Bohrer nur von links nach rechts gedreht und der vordere Rand der Hülse mit aller Gewalt gegen jene oben erwähnte Nase angedrückt wird. Eine einmalige Drehung in umgekehrter Richtung, von rechts nach links, genügt aber, um dies zu verändern. Der umgebogene Rand der Hülse findet Widerstand an den umgebenden Bodenschichten und die Hülse schiebt sich von dem Ausschnitt zurück, bis ihr hinterer Rand gegen die Leiste stösst. Habe ich in der Tiefe, welcher ich die Erdprobe entnehmen will, den Löffel in dieser Weise geöffnet, so reichen einige weitere Drehungen von rechts nach links hin, um den Ausschnitt völlig mit Erde zu füllen. Wird jetzt in der ursprünglichen Richtung von links nach rechts gedreht, so verschliesst die Hülse den Ausschnitt augenblicklich und sichert seinen Inhalt gegen jede Berührung mit den höheren Schichten. Kommt der Bohrer zu Tage, so schiebt man die Hülse zurück, hebt mit Hülfe eines keimfreien Glaslöffels die heraufgebrachte Erde in kleine, sterile, mit Wattepfropfen versehene Flächchen, reinigt den Ausschnitt mit sterilisirtem Fliesspapier und kann dann die Bohrung weiter fortsetzen. Benutzt man dasselbe Bohrloch wieder, so wird das Herabfallen höher gelegener Theile das Resultat doch in keiner Weise gefährden, da dieselben von dem geschlossen eingeführten Bohrer nicht aufgenommen werden können.

Die Bohrstange ist $1^1/_2$ m lang und kann durch Ansatzstücke bis auf 5 m verlängert werden. Für grössere Tiefen ist das Instrument freilich nicht ohne Weiteres brauchbar, da die Handhabung des langen Gestänges dann zu schwierig und sogar unmöglich wird. Man muss in diesen Fällen vermittelst eines der sonst gebräuchlichen Bohrwerkzeuge vorbohren und sich so einen Weg bahnen. Der Apparat functionirt im Uebrigen ausserordentlich sicher und seine Anwendungsweise ist eine ebenso einfache wie bequeme.

Als zweckmässigste und sicherste Art einer bacteriologischen Bodenuntersuchung glaube ich demnach empfehlen zu

können, nach sorgfältiger Entnahme der Proben vermittelst eines geeigneten Bohrinstruments abgemessene Mengen der betreffenden Erde in flüssige Nährgelatine einzubringen, nach dem von E. Esmarch angegebenen Verfahren an den Wandungen des Reagensglases zu vertheilen und aus der Zahl und Art der später hier zur Entwickelung kommenden Colonieen den ursprünglichen Keimgehalt zu ermitteln.

Doch sind auch hiermit alle Vorbedingungen zur Erlangung einwandsfreier Ergebnisse noch keineswegs erfüllt. Es ist allgemein bekannt, dass bei der bacteriologischen Wasseruntersuchung ganz besonderer Werth darauf gelegt werden muss, dass die einzelnen Proben unmittelbar oder doch möglichst bald nach der Entnahme geprüft werden, da sonst regelmässig eine unaufhaltsame und sehr umfangreiche Vermehrung der Keime in denselben eintritt. Im Laufe meiner Beobachtungen stellte sich nun bald mit genügender Deutlichkeit heraus, dass ganz die gleichen Verhältnisse auch für die Untersuchung des Erdbodens von maassgebender Wichtigkeit sind. Denn in allen denjenigen Fällen, wo bei der Untersuchung der Erdschichten wenige Stunden nach der Entnahme nur ausserordentlich geringe Mengen von Keimen gefunden werden konnten, zeigte sich fast ausnahmlos schon nach 24 Stunden der Beginn einer intensiven Vermehrung derselben, die sich dann im Laufe der folgenden Tage immer ausgesprochener entwickelte und von dem ursprünglichen Befunde schliesslich nichts mehr übrig liess.

Einige Beispiele mögen diese Thatsache zunächst des Genaueren beweisen.

Bei der Umlegung des Pflasters eines Berliner Strassendammes wird aus 1·30 m Tiefe lehmiger, nasser, stark nach Leuchtgas riechender Boden entnommen und sofort in der bekannten Weise untersucht. Die Entnahme geschah am 1./IV. 86, die Zählung der Platten am 4./IV., also nach 72 Stunden. 3 Platten ergaben 3900, 3900, 4000 Colonieen. Dieselbe Erde nach eintägigem Aufbewahren (in kleinen mit Watteverschluss versehenen Glasfläschchen) 2./IV. bis 5./IV. 5850, 6000, 6200 Keime; nach 11tägigem Aufbewahren 12./IV. bis 15./IV. 75600, 78000, 79800 Keime.

Auf dem Terrain eines Neubaues an der Ecke von Wilhelm- und Leipzigerstrasse werden 4 Erdproben aus 10 cm, 50 cm, 1 m, $1^1/_2$ m Tiefe genommen.

Erste Untersuchung 20./VII.—23./VII. 1885.	Nach 7tägigem Aufbewahren 27./VII.—29./VII.	Nach 11tägig. Aufbewahren 1./VIII.—3./VIII.
10 cm = 164	10 cm = 310	10 cm = 3700
50 cm = 134	50 cm = 10800	50 cm = 12600
1 m = 900	1 m = 25200	1 m = 22000
$1^1/_2$ m = 70	$1^1/_2$ m = 3700	$1^1/_2$ m = 13800

Bei Anlegung einer neuen Strasse in Berlin wird der Boden bis zu 3 m Tiefe aufgerissen. Bis zu 50 cm sehr stark verunreinigte, schwarze Erde, in 2 m Tiefe der gewachsene weisse Sandboden.

	Erste Untersuchung 7./VIII. bis 9./VIII. 1885.	Nach 7 Tagen	Nach 11 Tagen	Nach 3 Monaten (11./XI.)
Oberfläche	2000	2800	900 (Abnahme)	
50 cm	800	2300	120 „	
1 m	200	1850	2000	
2 m	120	130	160	
3 m	12	7000	7200	3600 (Abnahme)

Auf dem neueröffneten Theile eines Kirchhofes im Norden Berlins werden am 13./VI. 1886 Proben entnommen aus:

	13/.VI. bis 15./VI.	Nach 6 Tagen	Nach 8 Tagen	Nach 2 Monaten (2./VIII.)
Oberfläche	5600	10900	4500 (Abnahme)	700
20 cm	3200	2700	1200 „	540
50 cm	90	240	50 „	70
1 m	70	18000	3000 „	140
$1^1/_2$ m	65	2000	1200 „	21600 (erneute Zunahme)
2 m	14	15000	7000 „	900

Auf dem Hofe des hygienischen Institutes werden am 1./XI. 1885 Proben entnommen:

	1./XI.—3./XI.	2./XI. (1 Tag)	Nach 3 Tagen
1 m	20	300	
$1^1/_2$ m	42	9000	
2 m	70	9000	
$2^1/_2$ m	6	13500	
3 m	26	1480	
$3^1/_2$ m	15	7500	63000

Aus einem aus reinem weissen Sande bestehenden Boden in der Umgebung Potsdams, der seit langen Jahren ohne jede Benutzung liegt, werden am 1./V. 1886 entnommen:

	1./V.—3./V.	2./V. (nach 1 Tage!)	Nach 7 Tagen (8./V.)
Oberfläche	3200	2840	2800 (Abnahme)
$^1/_2$ m	2600	36000	1920 „
1 m	16	31200	12600 „
$1^1/_2$ m	12	32600	15000 „

	1./V.—3./V.	2./V. (nach 1 Tage!)	Nach 7 Tagen (8./V.)
2 m	6	3000	8400 (Abnahme)
$2^1/_2$ m	20	12	0 „
3 m	120	130	0 „
$3^1/_2$ m	12	40800	21000 „

Von demselben Orte am 27./V. 1886:

	27/V.—29./V.	Nach 2 Tagen 29./V.	Nach 5 Tagen 1./VI.
Oberfläche	3150	4900	unzählige
$^1/_2$ m	4000	3000	unzählige
1 m	40	20000	50000
$1^1/_2$ m	320	310	unzählige
2 m	40	20	20
$2^1/_2$ m	10	12000	7000
3 m	60	16800	6400
$3^1/_2$ m	0	0	0
4 m	0	0	0
$4^1/_2$ m	2	0	0
5 m	12	10	0

Von demselben Orte am 16./II. 1887:

	16./II.	18./II.	22./II.
Oberfläche	1680	2100	1750
$^1/_2$ m	1750	1280	verflüssigt
1 m	60	520	170
$1^1/_2$ m	6	300	30
2 m	4	15000	10400
$2^1/_2$ m	3	5500	10
3 m	2	30000	45000
$3^1/_2$ m	14	17000	40000
4 m	0	0	0
$4^1/_2$ m	3	18000	20000

Von demselben Orte am 12./VI. 1886.

	12./VI.	13./VI.	14./VI.	15./VI.	16./VI.	17./VI.	20./VII.	5./X.(4Mon.)
Oberfläche	2200	2300	2800	2200	2000	2100	1650	1320
$^1/_2$ m	1630	1420	1830	1620	1600	1100	1100	530
1 m	40	180	160	3200	14000	10200	1300	580
$1^1/_2$ m	40	11600	63000	24000	190	170	150	120
2 m	12	3400	3200	1640	1680	1600	1200	12
$2^1/_2$ m	14	14	24	320	180	24	0	0
3 m	2	0	0	4	0	23	0	0
$3^1/_2$ m	16	380	40000	12000	320	0	0	0
4 m	3	120	23000	25000	18000	1640	380	0
$4^1/_2$ m	4	2200	1630	28000	12000	2900	1320	13

Boden aus dem Grunewald westlich von Berlin:

	12./III.	15./III.
Oberfläche	1320	1900
$^1/_2{}^m$	1560	2300
1^m	820	750
$1^1/_2{}^m$	12	13000
2^m	10	24000
$2^1/_2{}^m$	14	320
3^m	0	0
$3^1/_2{}^m$	4	12000
4^m	3	0
$4^1/_2{}^m$	0	0

Boden aus dem Grunewald westlich von Berlin:

	9./VIII.	13./VIII.
Oberfläche	1950	1820
$^1/_2{}^m$	1320	1200
1^m	560	750
$1^1/_2{}^m$	10	190
2^m	28	unzählige
$2^1/_2{}^m$	13	1250
3^m	12	14000
$3^1/_2{}^m$	0	0
4^m	0	0
$4^1/_2{}^m$	4	1200

Diese Beispiele, welche sich leicht noch erheblich vervollständigen lassen würden, genügen doch wohl schon, um alles wesentliche mit ausreichender Deutlichkeit zum Ausdruck zu bringen. Es zeigt sich danach, dass so gut wie ausnahmlos in allen Erdproben mehr oder minder bald nach der Entnahme eine Vermehrung der Keime eintritt, die von Fall zu Fall freilich eine verschieden umfangreiche sein kann.

Bald genügen 24 Stunden, um die Zahl der bei der ersten Untersuchung nachgewiesenen Keime auf das mehr wie tausendfache zu erhöhen, bald dauert es mehrere Tage, ehe eine deutliche Zunahme derselben zu bemerken ist. Meist hält die Vermehrung über die ersten 3—4 Tage in fortschreitendem Maasse an und sinkt dann von dem erreichten Höhepunkt ziemlich rasch wieder herab, d. h. es findet ein Absterben der neuentwickelten Keime statt. Doch kann die Vermehrung dann aufs neue einsetzen, und selbst viele Monate nach der Entnahme pflegt die Zahl der Keime noch eine erheblich gesteigerte zu sein. In anderen, selteneren Fällen freilich tritt das gerade Gegentheil ein: auf ein rasches Anwachsen des Bacteriengehaltes folgt ein so vollkommener Abfall, dass selbst die ursprünglich vorhandene Menge unterschritten und die Erde keimfreier wird, als bei der Entnahme. Irgend eine Regelmässigkeit, ein Befolgen erkennbarer Gesetze lässt sich hierbei nicht wahrnehmen, und nur die Thatsache der Vermehrung als solche ist eine unter allen Umständen wiederkehrende, durchgängige, die dann nach Maass und Zeit verschieden energisch auftreten kann.

Am lebhaftesten geht dieselbe in denjenigen Proben vor sich, welche aus tieferen Erdschichten stammen, und hier findet sich dann jenes enorme Anwachsen der Keimzahl — von 12 auf 40800, von 3 auf 18000 u. s. f. In den Proben aus höheren Theilen des Bodens ($^1/_4$, $^1/_2$

und $^3/_4$ m) ist die Vermehrung gewöhnlich eine viel geringfügigere, obwohl Ausnahmen auch hier vorkommen. Zuweilen bleibt sie sogar völlig aus, und dies pflegt die Regel zu sein bei den Proben von der Oberfläche. Hier ist die Vermehrung der Keime entweder nur eine beschränkte oder sie kommt überhaupt nicht zur Beobachtung, ja es kann sogar von vorneherein eine Abnahme der Keimzahl sich constatiren lassen. Hat die erste Untersuchung das völlige Fehlen von Bacterien in der betreffenden Bodentiefe festzustellen vermocht, so treten — wie dies nicht anders zu erwarten ist — in diesen Proben auch nachträglich keine Keime mehr auf.

An der wenig umfangreichen Vermehrung, wie sie in den Proben aus den höheren Bodenschichten gewöhnlich Statt hat, scheint sich die grössere Menge der ursprünglich in denselben enthaltenen Bacterienkeime gleichmässig zu betheiligen. Ueberall da aber, wo jenes rapide und massenhafte Anwachsen der Keimzahl hervortritt, wie es in den Proben aus den tieferen Erdschichten in der Regel geschieht, drängt sich fast stets sehr bald die eine oder die andere Bacterienart in den Vordergrund, welche die weitere Vermehrung dann fast ausschliesslich veranlasst. Besonders häufig ist dies ein kleiner, unbeweglicher Bacillus, oft zu langen Ketten auswachsend, meist aber zu zweien liegend, dessen Colonieen die Gelatine nicht verflüssigen und sich unter dem Mikroskop als gelblichbraune, rundlich oder oval geformte, glattrandige, fein granulirte Scheiben darstellen. In der Stichcultur wächst er im ganzen Impfstich und bildet auf der Oberfläche eine dicke, weisslich glänzende, knopfartige Auflagerung. Auch da wo einmal andere Bacterienarten bei dem Vorgang der Keimvermehrung eine hervorragende Rolle spielen, handelt es sich fast ausnahmslos um solche, welche die Gelatine nicht verflüssigen und deshalb eine genaue und sorgfältige, durch nichts behinderte Zählung der Colonieen zulassen. Es geht aus dieser Thatsache übrigens auch unmittelbar hervor, dass durch die Vermehrung nicht nur die Zahl der Keime sehr erheblich verändert wird, sondern dass auch das gegenseitige Verhältniss der ursprünglich vorhandenen Arten eine so wesentliche Verschiebung erfährt, dass nachträglich ausgeführten Untersuchungen jeder Werth abgesprochen werden muss und von denselben nicht einmal annähernd richtige Ergebnisse zu erwarten sind.

Durch welche Umstände und unter welchen Bedingungen wird diese Keimvermehrung nun veranlasst. Zwei Möglichkeiten sind es, an die man hierbei in erster Linie zu denken hat, einmal der Einfluss der höheren Temperatur, in welche die Erdproben nach der Entnahme, in unseren Untersuchungsräumen, meist gelangen und dann die Veränderung in der Zusammensetzung der umgebenden Luft.

Die besondere Bedeutung des ersten dieser verschiedenen Factoren habe ich dadurch näher festzustellen versucht, dass ich die entnommenen Erdproben zu wiederholten Malen Wochen lang im Eisschrank hielt, also der Einwirkung der erhöhten Wärme möglichst entzog und weiter beobachtete, wie sich der Vorgang der Vermehrung jetzt gestaltete. Eingelegte Thermometer zeigten nun freilich, dass auch im Inneren der Eisschränke die Temperatur nicht selten auf 10—12° stieg und namentlich während des Sommers in den Nachmittagsstunden fast stets diese Höhe erreichte; trotzdem ist es als eine immerhin auffallende Thatsache zu bezeichnen, dass sich irgend ein wesentlicher und durchgreifender Unterschied hinsichtlich der Schnelligkeit und des Umfangs der Vermehrung zwischen den im Eisschrank gehaltenen und den unter gewöhnlicher Temperatur befindlichen Erdproben derselben Herkunft nicht hat nachweisen lassen. Die Vermehrung war vielleicht eine nicht ganz so schleunige, aber schliesslich machte sie sich hier doch in derselben Weise geltend wie dort.

Am 30./V. 86 Sandboden aus der Nähe von Potsdam:

	Zimmertemperatur: Mittags 12 Uhr 20—22°				Eisschranktemperatur		
	30./V.	31./V.	2./VI.	5./VI.	31./V.	2./VI.	5./VI.
Oberfläche	3200	3000	2800	2600	3000	2500	2500
$^1/_2$ m	3600	3700	3500	3200	3500	2500	2200
1 m	190	280	1250	1850	750	320	380
$1^1/_2$ m	120	460	320	230	320	270	560
2 m	30	12300	28000	11500	580	18500	11000
$2^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0
3 m	0	0	0	0	0	0	0
$3^1/_2$ m	12	24000	10200	22000	18500	3200	650
4 m	6	unzählige	8200	6400	unzählige	3800	unzählige
$4^1/_2$ m	12	180	11300	unzählige	12300	24000	9000

Entnommen am 2./X. 1886:

	Zimmertemperatur: Mittags 12 Uhr 18°				Eisschranktemperatur		
	2./X.	3./X.	6./X.	8./X.	3./X.	6./X.	8./X.
Oberfläche	2600	2800	2200	2000	2500	2600	2500
$^1/_2$ m	2100	2000	2100	2200	2250	2000	2000
1 m	830	720	650	750	860	900	830
$1^1/_2$ m	12	1950	1400	280	26	1380	1400
2 m	14	36	8500	12500	190	13000	10000
$2^1/_2$ m	30	4000	3200	3800	580	3500	3000
3 m	0	0	0	0	0	0	0
$3^1/_2$ m	28	36000	32000	1450	1800	16000	14500
4 m	12	40000	12000	18000	22000	14500	1850
$4^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0

Entnommen am 5./XI. 1886:

	Zimmertemperatur: Mittags 12 Uhr 16°				Eisschranktemperatur		
	5./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.
Oberfläche	1860	1900	1750	1750	1800	1750	1700
$^1/_2$ m	2300	2300	2450	2450	2200	2300	2200
1 m	780	820	850	630	680	640	680
$1^1/_2$ m	24	14000	18000	280	12000	830	70
2 m	13	280	160	144	540	28	26
$2^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0
3 m	26	350	8400	960	76	14500	120
$3^1/_2$ m	4	14	38	12	168	0	0
4 m	2	4000	4200	5600	2400	9500	1350
$4^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0

An und für sich spricht gegen die Möglichkeit einer allzu weitgehenden Bedeutung der Temperaturverhältnisse freilich auch die Thatsache, dass doch selbst in den tieferen Lagen des Bodens die Temperatur verschiedene Monate hindurch bei uns eine nicht unbeträchtliche Höhe erreicht, ohne dass in Folge dessen eine erkennbare Zunahme der Bacterienkeime in diesen Schichten eintritt. In 3 m Tiefe z. B. steigt die Bodentemperatur in Berlin im Monat August auf 13 bis 14°,[1] im September auf 13,5 bis 14°, im October auf 12 bis 13°, also auf Höhen, wie sie häufig genug auch von der mittleren Temperatur unserer Untersuchungsräume nicht wesentlich überschritten werden. Während in den letzteren aber hierbei eine eben so schnelle wie umfangreiche Vermehrung der Keime Statt hat, sind die in den eben genannten Monaten aus 3 m Tiefe gewonnenen Erdproben unmittelbar nach der Entnahme keineswegs reicher an Bacterien als zu anderer Zeit und kann deshalb eine Erhöhung der Temperatur für sich allein wohl kaum als das veranlassende Moment der Keimvermehrung angesehen werden.

Zu berücksichtigen ist dann ferner hier die Veränderung in der Zusammensetzung der Luft, welche die Proben nach der Entnahme erfahren. Die Grundluft unterscheidet sich von der athmosphärischen hauptsächlich durch ihren hohen Kohlensäuregehalt und durch ihre wesentliche, relative Verarmung an O.[2] Fleck sah z. B. den Sauerstoffgehalt der Bodenluft mit Zunahme der Tiefe und des Kohlensäuregehaltes auf 15% (in 6 m) sich herabmindern, Fodor in 4 m Tiefe auf 17,3%. Um den Einfluss dieser Verhältnisse nun etwas genauer festzustellen, wurden folgende Versuche ausgeführt.

---

[1] *Festschrift der Stadt Berlin zur 49. Naturforscherversammlung.*

[2] Soyka, *Der Boden.* S. 69.

Im Hofe des hygienischen Institutes hier sind Bleiröhren bis zu 3 m Tiefe eingelassen, welche aufwärts in die Untersuchungsräume gezogen sind und durch welche man vermittelst irgend einer Aspirationsvorrichtung die Bodenluft aus der betreffenden Schicht mit Leichtigkeit ansaugen kann. Ich habe nun mehrere Male die Erdproben möglichst bald nach der Entnahme unter einen Strom dieser Bodenluft zu bringen versucht. Es geschah das in der Weise, dass ich die Erde in sterile Erlenmeyer'sche Kölbchen schüttete, diese mit einem doppelt durchbohrten, sterilisirten Gummipfropfen versah, der zwei kurze gebogene Glasröhren trug, eine Reihe der Kölbchen dann vermittelst dünner Gummischläuche miteinander verband und an das letzte derselben einen Aspirator hängte, der aus zwei in der geeigneten Weise hergerichteten 5 l Flaschen bestand. Setzte man das Saugwerk in Thätigkeit, so wurde Luft aus der Bodenröhre angesogen und durch die ganze Folge von Glaskölbchen hindurchgeleitet. Vor dem ersten Kolben wurde dann noch eine leere Waschflasche, welche zwei sterilisirte Wattepfropfen trug, eingefügt, um alle Keime abzufangen, welche sich etwa in der heraufgeführten Bodenluft befanden. Der Strom derselben blieb dann jedesmal 6 Stunden lang ununterbrochen im Gange und wurden in dieser Zeit etwa 60 l Luft durchgeleitet. Darauf wurde die erste und die letzte Gummischlauchverbindung abgeklemmt, um den Inhalt der Kölbchen dauernd unter der eingebrachten Luft zu erhalten.

Das Ergebniss dieser Versuche war, dass auch hierbei die Vermehrung der Keime jedesmal in ausgiebigster Weise erfolgte.

	gewöhnliche Luft				Bodenluft		
	2./X.	3./X.	6./X.	8./X.	3./X.	6./X.	8./X.
Oberfläche	2600	2800	2200	2000	2400	2500	2200
$^1/_2$ m	2100	2000	2100	2200	2400	2000	2000
1 m	830	720	650	750	680	780	780
$1^1/_2$ m	12	1950	1400	280	2100	2350	130
2 m	14	36	8500	12500	280	3400	2100
$2^1/_2$ m	30	4000	3200	3800	3800	3800	3000
3 m	0	0	0	0	0	2	0
$3^1/_2$ m	28	36000	32000	1450	32000	24000	6300
4 m	12	40000	12000	18000	1800	4300	2800
$4^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0

	gewöhnliche Luft				Bodenluft		
	5./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.
Oberfläche	1860	1900	1750	1750	1950	1900	1800
$^1/_2$ m	2300	2300	2450	2400	2200	2200	2250
1 m	780	820	450	630	650	850	730
$1^1/_2$ m	24	14000	18000	280	12500	12000	1580

	gewöhnliche Luft				Bodenluft		
	5./XI.	6./XI.	10./XI.	14. XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.
2 m	13	280	160	144	1320	180	160
$2^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0
3 m	26	350	8400	960	1580	6300	1230
$3^1/_2$ m	4	14	38	12	28	120	12
4 m	2	4000	4200	5600	360	1650	1420
$4^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0

Endlich wurde auch noch der Einfluss der Feuchtigkeit auf die Vermehrung der Keime im Boden untersucht. Wir wissen, dass für die gedeihliche Entwickelung vieler Mikroorganismen im Grossen und Ganzen ein mittlere Menge von Feuchtigkeit erforderlich ist, die weder nach der einen noch nach der anderen Seite hin allzu erheblich überschritten werden darf. Nun ist die Bodenluft in der Regel mit Wasserdampf gesättigt, und es wäre denkbar, dass die grössere Trockenheit, in welche die Erdproben nach der Entnahme bei dem Uebergange in unsere atmosphärische Luft gelangen, von besonders günstigem Einfluss auf die Wachsthumsbedingungen der Bacterienkeime wäre. Als besonders wahrscheinlich war ein derartiges Verhältniss freilich von vorneherein nicht anzusehen, denn von einem wirklichen Uebermaass von Feuchtigkeit kann selbst bei vollständig mit Wasserdampf geladener Luft nicht die Rede sein. Die Grenze, jenseits welcher den Bacterien nicht mehr die Möglichkeit des Gedeihens gegeben ist, liegt hier erheblich höher, und in der That haben auch die Versuche in dieser Hinsicht nur ein negatives Resultat ergeben. Ich habe die Fläschchen mit den Erdproben nach der Entnahme theils in möglichst feuchte — feuchte Kammern — theils in möglichst trockene — Exsiccator — Umgebung gebracht, und in beiden Fällen das Eintreten der Keimvermehrung ebenso beobachten können, wie in den zum Vergleich unter gewöhnlichen Verhältnissen aufbewahrten Proben. Bald war hier, bald dort die Vermehrung am ausgiebigsten erfolgt, so dass irgend ein nachweisbarer Einfluss des einen oder des anderen Verfahrens nicht zu erkennen war. Nur in einem Falle, wo die Erde in ganz dünner Schicht im Exciccator gehalten wurde, war eine Vermehrung bis auf eine Probe vollständig ausgeblieben.

Untersuchung am 5./XI. 1886.

	gewöhnliche Luft			feuchte Kammer			Exsiccator		
	6./XI.	10./XI.	14./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.
Oberfläche	1860	1900	1750	1750	1830	2320	1950	1840	1780	1760
$^1/_2$ m	2300	2300	2450	2400	2100	1700	1820	2000	1900	2200
1 m	780	820	850	630	1450	1400	930	630	420	400
$1^1/_2$ m	24	14000	18000	280	290	1300	4200	11000	12500	8400

	gewöhnliche Luft			feuchte Kammer			Exsiccator		
	6./XI.	10./XI.	14./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.	6./XI.	10./XI.	14./XI.
2 m	13	280	160	144	12000	11500	850	3200	2700	840
$2^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 m	26	350	8400	960	1240	7200	9500	830	1280	3200
$3^1/_2$ m	4	14	38	12	124	1380	4200	230	680	540
4 m	2	4000	4200	5600	18	50	86	1900	2400	3200
$4^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Untersuchung am 9./XI. 1886.

	gewöhnliche Luft				feuchte Kammer			Exsiccator		
	9./XI.	10./XI.	12./XI.	16./XI.	10./XI.	12./XI.	16./XI.	10./XI.	12./XI.	16./XI.
Oberfläche	1820	1780	1920	2230	1920	2400	1600	1820	verflüss	1420
$^1/_2$ m	1430	1780	1520	1480	1680	1820	1800	1680	1820	1620
1 m	26	8400	11200	340	9200	1200	420	128	44	280
$1^1/_2$ m	14	680	910	140	340	12000	280	580	16000	4800
2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2^1/_2$ m	38	4200	30000	42000	4200	18000	520	680	4200	7200
3 m	12	136	14000	25	2800	13000	1420	138	12000	78
$3^1/_2$ m	19	4	38	12	2600	280	1340	280	230	230
4 m	3	18000	18000	2100	620	42	0	5400	21000	45
$4^1/_2$ m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 m	6	13	2800	24	2800	1340	35	1400	2300	2800

Untersuchung am 2./X. 1886.

	gewöhnliche Luft				feuchte Kammer			Exsiccator		
	2./X.	3./X.	6./X.	8./X.	3./X.	6./X.	8./X.	3./X.	6./X.	8./X.
Oberfläche	2600	2800	2200	2000	2800	verflüssigt	2800	1920	verflüss.	2200
$^1/_2$ m	2100	2000	2100	2300	1850	verflüssigt	2000	1920	1650	2100
1 m	830	720	650	750	750	850	950	920	830	750
$1^1/_2$ m	12	1950	1400	280	230	6400	7200	—	—	—
2 m	14	36	8500	12500	1820	3200	3200	—	—	—
$2^1/_2$ m	30	4000	3200	3800	450	3000	4800	5200	13200	32
3 m	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—
$3^1/_2$ m	24	36000	32000	1450	12000	950	1630	14	12	—
4 m	12	40000	12000	18000	14000	32000	unzählige	16	—	14
$4^1/_2$ m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Es haben diese Versuche mir also leider keinen Aufschluss darüber zu geben vermocht, welche Factoren den Vorgang der Keimvermehrung in den Erdproben nach der Entnahme wesentlich veranlassen und beeinflussen.

So wünschenswerth es aber auch wäre, durch weitere Beobachtungen hierüber ins Klare zu kommen, und so sicher dies ohne allzu grosse

Schwierigkeiten möglich sein wird, so interessirte mich doch hauptsächlich die Thatsache der Vermehrung als solche, weil die Ausführung und das Ergebniss der Untersuchungen in erheblichster, man kann sagen, Ausschlag gebender Weise von einer sorgsamen Berücksichtigung dieses Factums abhängig gemacht werden müssen.

Wir sahen vorhin freilich, dass in den oberflächlicheren Erdschichten die Vermehrung nach der Entnahme keine so rapide und umfangreiche zu sein pflegt, als in den Proben aus grösserer Tiefe. Augenscheinlich sind die ersteren unter natürlichen Verhältnissen fast regelmässig gewissermaassen „ausgefault", d. h. der gesammte Vorrath an organischer Substanz, an Nährmasse für die Mikroorganismen befindet sich in Folge der fortwährenden und anhaltenden Lebensthätigkeit der Bacterien hier in einem Zustande der Erschöpfung. Jede Spur neu hinzutretenden Materials fällt sogleich der Zerstörung durch die Bacterien anheim, denen hier die günstigsten Lebensbedingungen, Sauerstoff, Wärme und mässige Feuchtigkeit in reichstem Maasse zur Verfügung stehen. Entnimmt man Erde aus diesen oberflächlicheren Schichten, und bringt dieselbe in unsere Untersuchungsräume, so bleibt die Vermehrung der Keime aus oder hält sich in bescheidenen Grenzen, weil der Boden fehlt, auf dem sie sich entwickeln könnte, weil das Nährmaterial hier so weit aufgebraucht ist, dass es nur einer gewissen Anzahl von Bacterien noch ausreichenden Unterhalt gewährt und die Erde mit Mikroorganismen so zu sagen gesättigt ist. Daher wird unter Umständen hier sogar eine Verminderung der Keime eintreten können, wenn der Boden bei der Entnahme unmittelbar vor der Erschöpfung stand und unter natürlichen Verhältnissen nur durch die Zufuhr neuen Ersatzmaterials hätte in die Lage gebracht werden können, seine Bacterien zu erhalten. In vielen Fällen bleibt die Zahl der Keime nach der Entnahme eine gewisse Zeit hindurch etwa auf der gleichen Höhe, um erst nach längerer Dauer allmählich abzusinken; meist aber findet doch auch hier eine geringe Zunahme der Keime statt, ein deutliches Zeichen, dass überschüssiges Nährmaterial vorhanden ist, welches ein etwas üppigeres Bacterienwachsthum zulässt. Handelt es sich um Proben, welche unmittelbar von der eigentlichen Oberfläche stammen, so hält sich die Vermehrung unter allen Umständen in bescheidenen Grenzen, weil die Bacterien hier nach der Entnahme keineswegs unter wesentlich andere Bedingungen kommen als vorher. Zusammensetzung der Luft, Feuchtigkeit und Wärme bleiben fast die gleichen und es fehlt also der letzte Anstoss, die Veranlassung zu gesteigerter Lebensthätigkeit für die Mikroorganismen.

Je weiter man nun in die Tiefe vordringt, um so ausgesprochener verändern sich diese Verhältnisse und führen so allmählich zu der be-

merkenswerthen Erscheinung über, welche wir an den Proben aus diesen Schichten fast regelmässig beobachten konnten, jener ausserordentlich energischen Vermehrung der Keime nach der Entnahme. Wir erfahren durch dieselbe vor allen Dingen die auffallende Thatsache, dass hier in der Tiefe des Bodens noch ein Vorrath von unverbrauchtem, unzersetztem Nährmaterial aufgestapelt liegt, welcher nur darauf wartet, den Bacterien anheim zu fallen und seine Bestimmung bei der ersten sich bietenden Gelegenheit auch erfüllt. Dass dies in der Tiefe des Bodens selbst nicht geschieht, muss uns der beste Beweis dafür sein, dass den Mikroorganismen hier nicht die Bedingungen zur Verfügung stehen, welche ihnen eine freie und ungehinderte Entwickelung ermöglichen, dass sich dieselben hier keineswegs in den besten Verhältnissen befinden, keineswegs hier eine Stätte regen Bacterienlebens zu suchen ist, dass die Mikroorganismen vielmehr mit Freuden den Augenblick begrüssen, wo sie aus ihrer Verbannung in die ungünstige Tiefe erlöst und damit zu neuer Thätigkeit heraufgebracht werden.

Die hier mitgetheilten Thatsachen gebieten uns mit zwingender Nothwendigkeit die Untersuchung von Erdproben aus etwas grösserer Tiefe stets unmittelbar, oder wenigstens möglichst bald nach der Entnahme vorzunehmen, um einwandsfreie und einigermaassen sichere Ergebnisse zu erhalten. Aber auch da, wo es sich um die oberflächlicheren Schichten handelt, in denen die Vermehrung keine so ausgiebige zu sein pflegt, muss das gleiche Verfahren zum mindesten sehr empfehlenswerth erscheinen, da man niemals im Voraus zu bestimmen vermag, wieviel überschüssiges Nährmaterial sich im einzelnen Falle vorfindet und wie der Vorgang der Vermehrung sich also gestalten wird. Zudem mag hier nochmals darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei der Keimvermehrung nicht nur die Zahl der Bacterien im Ganzen, sondern namentlich auch das Verhältniss der ursprünglich in dem betreffenden Boden enthaltenen Arten zu einander wesentlich verändert wird und also die Resultate nachträglich gemachter Untersuchungen jedenfalls durch die mannigfachsten Fehlerquellen beeinflusst werden.

Noch eine andere praktische Consequenz muss übrigens aus diesen Experimenten über den Vorgang der Keimvermehrung abgeleitet werden. Wir haben gesehen, dass auch der Aufenthalt der Erdproben nach der Entnahme im Eisschrank nicht im Stande ist, das Anwachsen des Keimgehalts zu verhindern. Wir werden hierdurch auf die Thatsache hingewiesen, dass eine Verschickung von Erdproben selbst in Eisverpackung nicht die genügende Sicherheit für ihre unveränderte Beschaffenheit zu geben vermag und dass deshalb eine Untersuchung derartigen Materials stets nur mit einer gewissen Reserve ausgeführt werden kann.

Endlich ist hier auch noch ein weiterer Punkt, der gleichfalls von Bedeutung für die Sicherheit der Versuche ist, zu erwähnen. Bringen wir Erde aus tieferen Schichten an die Oberfläche, so tritt eine sehr erhebliche Vermehrung der darin befindlichen Keime ein, und zwar wird diese Erscheinung, wie wir bemerkt haben, vielleicht veranlasst durch die Veränderung der Temperatur, der Luftzusammensetzung u. s. f. Ganz dasselbe aber ist der Fall, und die Vermehrung tritt in dem gleichen Maasse auf, wenn wir die tieferen Bodenschichten durch Abtragen der höheren so zu sagen in Bodenoberfläche verwandeln. Graben wir an beliebiger Stelle beispielsweise 2 m Erde ab und bringen die blossgelegte Schicht damit unter den Einfluss der Oberflächenluft und -Temperatur, so beginnt schon nach kurzer Zeit daselbst die Keimvermehrung, und Proben, welche man nun entnimmt, geben kaum noch einen Anhalt für die ursprünglichen und natürlichen Verhältnisse. Bei Gelegenheit der Anlegung einer neuen Strasse in Berlin wurde der Boden am 7./VIII. 1885 von 2 auf 3 m Tiefe aufgeworfen. Unmittelbar darauf entnommene Proben von der freigelegten seitlichen Wandung dieses Terrains zeigten in 2 m 120, in 3 m 12 Keime. Am nächsten Tage, 8./VIII., gaben gleiche Mengen von demselben Orte, die selbstverständlich mit aller Vorsicht und von vorher nicht berührten Theilen der Seitenwand des Baugrundes genommen wurden, in 2 m 830, in 3 m 12,000; am 9./VIII. in 2 m 1900, in 3 m 18,000 u. s. f. Es macht uns diese Thatsache mit genügender Deutlichkeit darauf aufmerksam, dass man deshalb auch in allen jenen Fällen, wo sich derartige Gelegenheiten zur bequemen Gewinnung von Erdproben zu bieten scheinen, das leicht zugängliche Material doch nur mit Vorsicht benutzen darf.

Wir müssen nach alledem bei der Ausführung bacteriologischer Bodenuntersuchungen für das Zustandekommen zuverlässiger Resultate die Erfüllung folgender Bedingungen als durchaus erforderlich bezeichnen:

Die Bodenprobe muss vermittelst eines geeigneten Instruments, eines verschliessbaren Bohrers, so aus der entsprechenden Tiefe entnommen werden, dass eine Vermengung mit Theilen anderer Bodenschichten nicht stattfinden kann. Die gewonnene Erde muss unmittelbar oder doch möglichst bald nach der Entnahme weiter verarbeitet werden; es geschieht dies am zweckmässigsten so, dass abgemessene, kleine Mengen in flüssige Nährgelatine gebracht und mit dieser an den Wandungen des Reagensglases vertheilt werden. Aus Zahl und Art der später hier entstehenden Colonieen kann dann unmittelbar auf Zahl und Art der ursprünglich vorhandenen Keime zurückgeschlossen werden.

Mittheilungen über Bodenuntersuchungen, welche mit Berücksichtigung aller dieser Momente angestellt wären, liegen zur Zeit noch nicht vor, wie denn die Zahl der bisherigen unmittelbaren Beobachtungen über das Verhalten der Bacterien im Boden überhaupt nur eine geringe ist. Im Jahre 1881 führte Koch,[1] um über die Verwendbarkeit seiner festen (Gelatine) Nährböden auch für diese Fragen Aufschluss zu erhalten, einige Untersuchungen verschiedener Bodenschichten aus, welche ihm die auffallende Thatsache zeigten, dass nur die oberflächlichen Lagen des Erdreiches grosse Mengen von Keimen enthielten, während schon in einer Tiefe von 1 m die Zahl derselben im nicht umgewühlten Boden eine ausserordentlich geringfügige wurde. Koch hatte die Beobachtungen nur zum Zwecke erster Orientirung angestellt und spricht denselben schon in Rücksicht auf ihre geringe Zahl keine Allgemeingiltigkeit zu. Aber er hatte die gewonnenen Erdproben immerhin unmittelbar nach der Entnahme untersucht und damit von vorneherein einen Fehler zu vermeiden gewusst, welcher den Resultaten anderer Forscher die unbedingte Zuverlässigkeit nimmt. Die Mehrzahl derselben beschäftigt sich freilich ausschliesslich mit den Verhältnissen der oberflächlichsten Bodenschichten. So Miquel[2], der im Park von Montsouris in 20 cm Tiefe 700,000 Schizophyten im Gramm Erde, in dem seit 10 Jahren mit Pariser Abwässern bespülten Boden von Gennevilles 10 bis 12 cm tief 870,000 Keime und in einem gedüngten, sonst nicht veränderten Ackerboden 900,000 Keime fand. So Adametz[3], der in 1 grm Erde ermittelte:

Sandboden, Oberfläche	380,000
Lehmboden „	500,000
Sandboden, in 20 bis 25 cm Tiefe	400,000
Lehmboden „	460,000

Aehnliche Beobachtungen sind in der neueren und neuesten Literatur noch mehrfach verzeichnet, doch haben alle diese Angaben über den Bacteriengehalt der Bodenoberfläche für uns weniger Interesse, als diejenigen Befunde, welche uns Aufschluss über die tieferen Schichten geben wollen und sich vornehmlich auf diese beziehen. Derartige Mittheilungen sind gemacht worden von Beumer[4] und von Maggiora[5].

---

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte.* Bd. I. S. 35.

[2] P. Miquel. *Ann. de l'observat. de Montsouris.* 1879.

[3] *Centralblatt für Bacteriologie* Bd. I. S. 1.

[4] Beumer, Zur Bacteriologie des Bodens. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 27.

[5] Maggiora, Richerche quantit. sui micr. etc. *Giorn. d. R. Acad. di medic.* 1887. Nr. 3.

Beide bedienten sich bei ihren Untersuchungen des oben besprochenen Verfahrens, die Erdproben — 1 grm — mit destillirtem, sterilisirtem Wasser — 100 grm — zu versetzen, dann von der Aufschwemmung bestimmte, abgemessene Quantitäten in flüssige Nährgelatine zu bringen und diese endlich auf Platten auszugiessen. Beumer entnimmt dem Aufguss jedesmal zwei Proben, die eine von $^1/_2$ ccm, welche die 200fache Verdünnung des ursprünglichen Materials darstellt, die andere von 1 Tropfen, welche einer 2000fachen Verdünnung entspricht. Er kommt auf diesem Wege zu folgenden Resultaten: in einer Bodenprobe aus 3 m Tiefe, welche aus „sandigem Humus mit Vivianit" bestand, fanden sich etwa 44 bis 45 Millionen Keime in 1 ccm, in 4 m Tiefe derselben Stelle — Geschiebemergel — Anzahl der Keime etwa 10 Millionen in 1 ccm; in 5 m Tiefe 8 Millionen, in 6 m Tiefe 5 Millionen. Eine andere Stelle lieferte ähnliche Resultate: in 4 m Tiefe — sehr sandiger Geschiebemergel — $1^1/_2$ Millionen, in 5 m $1^1/_2$ Millionen, in 6 m gleichfalls $1^1/_2$ Millionen; an einer dritten Stelle endlich waren in 4 m Tiefe $^3/_4$ Millionen, in 5 m 384,000 und in 6 m Tiefe 210,000 Keime enthalten. Alle diese Proben entstammten Bohrlöchern, welche in der Umgebung des Greifswalder Krankenhauses in die Tiefe getrieben waren, um etwas Näheres über die Beschaffenheit des in vieler Hinsicht verdächtigen Untergrundes dieser Anstalt zu ermitteln. Wir haben nun vorhin erwähnt, wie gerade bei der Anlegung derartiger Bohrlöcher durch das Nachstürzen von Erde aus höheren Schichten leicht Veranlassung zu Irrthümern und Verwechselungen gegeben werden kann; da Beumer ferner hier nirgendwo ausdrücklich darauf hinweist, dass er die Untersuchung der Proben der Entnahme möglichst unmittelbar habe folgen lassen, — wie er dies bei späterer Gelegenheit thut — so ist die Vermuthung doch nicht ganz von der Hand zu weisen, dass bei dem Zustandekommen der hier mitgetheilten Resultate irgend welche Fehlerquellen mitgewirkt haben und die von Beumer selbst in grösseren Tiefen aufgefundenen enormen Mengen von Keimen nicht der Ausdruck für die unveränderten, natürlichen Verhältnisse sind.

Allerdings erhält Beumer auch da, wo die Aufgüsse sofort nach der Entnahme in der oben angegebenen Weise angefertigt und eine Stunde darauf die 200 bis 2000fache Verdünnung mit Gelatine vermischt auf Platten ausgegossen wurde, noch sehr erhebliche Mengen von Bacterien auch in 5 bis 6′ (2 m) Tiefe. So von einem theilweise noch im Gebrauch befindlichen Kirchhof aus 4′ Tiefe 1,152,000 und ein anderes Mal 1,278,000, in 5′ Tiefe 672,000 und 1,344,000, in 6′ Tiefe 438,000 und 260,000 Keime. Nur der jeder Vegetation auch an der Oberfläche entbehrende Dünensand der Meeresküste erwies sich in 3 bis 4 bis 5′ Tiefe als fast keimfrei, oder wenigstens als sehr keimarm und enthielt in 1 ccm höchstens 1 bis 2000 Keime.

Maggiora giebt zunächst eine sehr grosse Anzahl einzelner Untersuchungen über die Bacterienmengen, welche sich in den oberflächlichen Bodentheilen vorfinden. Er kann in 1 grm der verschiedenen Erdproben bald — sandige, vegetationsarme Hügel in der Nähe von Turin — nur 1600, bald aber auch — Ackerboden — 11 Millionen oder sogar — Strassendamm aus Turin — 78 Millionen Keime nachweisen und erörtert eingehend die wahrscheinliche Veranlassung dieser Unterschiede. Weiter aber theilt er auch einige Resultate mit, welche aus grösserer Tiefe erhalten sind und vornehmlich von verschiedenen Punkten des Baugrundes in Turin selbst herstammen. So fanden sich beispielsweise an der Oberfläche in 1 grm 69 Mill., in 1 m 51 Mill., in 2 m 42 Mill., in 3 m 20 Mill., in 4 m 17 Mill. oder in den gleichen Tiefen an anderer Stelle 78 Mill., 30 Mill., 32 Mill. und in 4 m 29 Mill.; eine sehr deutliche Abnahme nach der Tiefe giebt ein weiteres Beispiel: Oberfläche 32 Mill., 1 m 80,000, 2 m 20,000, 3 m 18,000; auf dem Turiner Kirchhofe zeigte die Oberfläche 6 Mill., $1^1/_2$ m 18,000 u. s. f.

Abgesehen nun davon, dass Maggiora nirgendwo mittheilt, in welcher Weise er sich die Erdproben verschafft hat und deshalb ein Urtheil über die grössere oder geringere Brauchbarkeit der hierbei angewendeten Methode nicht gefällt werden kann, dürfen die Ergebnisse dieser Untersuchungen schon deshalb auf Zuverlässigkeit keinen Anspruch erheben, weil Maggiora, wie aus den beigefügten genauen Daten hervorgeht, die bacteriologische Prüfung seiner Erdproben fast niemals der Entnahme sogleich hat folgen lassen, sondern meist erst nach Tagen, zuweilen selbst erst nach Wochen ausgeführt hat.

Was mich ferner veranlasst, die Angaben Beumer's wie die Maggiora's nur mit Reserve aufzunehmen, ist die Thatsache, dass beide zu Resultaten kommen, welche theilweise in recht erheblichem Widerspruch zu denjenigen stehen, welche sich bei meinen Untersuchungen ergeben haben. Es ist freilich wahr, dass die Zahl meiner Beobachtungen keineswegs gross genug ist, um eine Verallgemeinerung ohne Weiteres zuzulassen, und es liegt mir fern, ihre unbedingte Giltigkeit etwa in der Weise zu betonen, dass ich alle entgegenstehenden Angaben a priori zurückweisen wollte. Es ist im Gegentheil mehr wie wahrscheinlich, dass die Verhältnisse im Boden keine gleichförmigen sind, dass von Fall zu Fall recht bedeutende Unterschiede Statt haben können und man sich deshalb besonders davor zu hüten hat, aus einzelnen Beobachtungen allzu weitgehende Schlüsse zu ziehen.

Dass die Beschaffung brauchbaren Materials für eine bacteriologische Bodenuntersuchung nicht ohne Schwierigkeiten ist, geht aus den oben mitgetheilten Bemerkungen über diesen Punkt wohl ohne Weiteres hervor.

Auch schon durch äussere Umstände war ich in der Auswahl der Erdproben etwas beschränkt, denn die Gelegenheit, unter Beobachtung aller Vorsichtsmaassregeln eine Bohrung bis zu 3 oder 4 m Tiefe ausführen zu können, bietet sich nicht allzuhäufig dar. Da es mir darauf ankam, zuerst einmal die natürlichen Verhältnisse des Bodens näher zu studiren, so suchte ich vor allen Dingen solche Stellen auf, welche mir ein von Menschenhand wenig verändertes, unberührtes „jungfräuliches“ Terrain zur Verfügung stellten. In hygienischer Hinsicht wäre freilich gerade umgekehrt eine genaue Erforschung derjenigen Erdpartien besonders erwünscht und interessant, welche den Untergrund unserer Häuser bilden und unserer unmittelbaren Umgebung angehören, auf der wir leben und wohnen; aber ich befürchtete, hierbei von vorneherein auf so verwickelte und complicirte Bedingungen zu stossen und namentlich in einer grossen Stadt, wo der Mensch seit Jahrhunderten den Boden nach allen Richtungen hin umzuwühlen und aus seiner natürlichen Beschaffenheit zu bringen bestrebt ist, so wenig einwandsfreie Ergebnisse zu erhalten, dass ich mich zunächst auf einfachere Verhältnisse zu beschränken vorzog.

Meine bacteriologischen Bodenuntersuchungen erstrecken sich deshalb zum grösseren Theil auf unbewohnte und unbebaute Stellen, die sich zum Theil sogar ausser landwirthschaftlicher Cultur befanden und seit langen Jahren völlig unberührt geblieben waren. Die Mehrzahl meiner Proben (16 einzelne Untersuchungen) stammt von dem Terrain des kgl. Pfingstberges bei Potsdam, welches mir durch die freundliche Vermittelung des Herrn Dr. Nietner zugänglich geworden war. Es handelt sich hier um einen Boden, der fast vollständig aus diluvialem Sande besteht und nur bis zur Tiefe von etwa $^3/_4$ m mehr oder minder starke humöse Beimengungen zeigt. Der Boden ist niemals mit Baulichkeiten etc. besetzt oder sonst erheblich verändert worden; bis vor etwa 30 Jahren diente er den Zwecken der Obstcultur und ist auch heute noch mit zahlreichen Obstbäumen bestanden; die Oberfläche ist mit einer mässig dichten Grasnarbe bedeckt. Das Gebiet, auf welchem die Bohrungen ausgeführt wurden, erstreckte sich etwa von der halben Höhe des Pfingstberges nach abwärts bis zum Niveau der hier vorübergehenden Strasse.

Die oberflächlichen Schichten bis zur Tiefe von 75 cm bestanden, wie schon erwähnt, in der Regel aus einem Gemisch mittelfeinkörnigen Sandes und mässig reichlicher Mengen von Humus. Gewöhnlich von trockener Beschaffenheit zeigte sich doch in einigen Fällen in den oberflächlichen Theilen bis zur Tiefe von etwa 15 cm eine erheblich stärkere Durchfeuchtung als Folge unmittelbar vorhergegangener atmosphärischer Niederschläge. Die mittleren Schichten wurden ausnahmslos durch einen fein-

körnigen, gelbweissen, trockenen Sand ohne jede weitere Beimengung gebildet. Dieses Verhalten änderte sich auch in den Proben aus grösserer Tiefe, aus 4 und $4^1/_2{}^m$ nicht, wenn dieselben von den höher gelegenen Theilen des Pfingstberges entnommen waren; handelte es sich dagegen um jene Partien des Untersuchungsterrains, welche nach der Strasse hin, im Niveau der weiteren Umgebung lagen, so gelangte man mit $3^1/_2$ bis 4^m Tiefe schon in die von Hofmann so benannte „Zone des capillaren Grundwasserstandes", welche sich im Zustande der vollen oder grössten Wassercapacität befindet und zu drei verschiedenen Malen — in den Monaten April und Mai — war mit $4^1/_2{}^m$ schon das Grundwasser selbst erreicht, d. h. die gewonnenen Proben kamen völlig nass zu Tage.

Die Bohrungen wurden gewöhnlich so ausgeführt, das von $^1/_2$ zu $^1/_2{}^m$ Proben ausgehoben und in die sterilen Glasgefässe übertragen wurden. Nur in den oberflächlichen Schichten, bis zu $1^1/_2{}^m$, wo die stufenweisen Unterschiede des Keimgehalts sich als grössere herausstellten, wurde zuweilen schon von 25 zu 25^{cm} entnommen und somit bis zu einer Tiefe von $4^1/_2{}^m$ dann jedesmal 13 einzelne Proben erhalten.

Ganz in der gleichen Weise wurden dann auch 3 Bohrungen im Grunewald nahe dem Halensee, 4 nördlich von Berlin, in der Nähe der Jungfernhaide und 2 auf einem ebenfalls im Norden der Stadt gelegenen, zum Theil noch unbenutzten Kirchhof angestellt. Die ersteren 7 gingen bis zu 4^m, die letzteren beiden nur bis zu 2^m und zu $2^1/_2{}^m$ Tiefe. Auch hier handelte es sich durchgehends um einen jungfräulichen Boden, mittelfeinen Sandboden, der oberflächliche humöse Beimengungen zeigte; die Zone des capillaren Grundwasserstandes wurde zweimal, der Grundwasserspiegel selbst nicht erreicht.

Möglichst unmittelbar nach der Entnahme, höchstens $2^1/_2$ Stunden nach derselben (bei den Proben aus Potsdam) wurde dann im Laboratorium die Untersuchung angeschlossen und zwar natürlich ganz in der oben ausführlich angegebenen Weise.

Meist begnügte ich mich nicht damit, allein den Keimgehalt der verschiedenen Erdschichten zu ermitteln; um vielmehr auch einen wenigstens annähernden Aufschluss über die Art und den Entwickelungszustand der Mikroorganismen zu gewinnen, wie sie sich im Boden vorfinden, erhitzte ich jedesmal eine Reihe von Gelatineröhrchen, welche die zu untersuchende Erdprobe bereits enthielten, im Wasserbade eine Stunde lang auf 80°. Es ist dann mit Sicherheit anzunehmen, dass nur noch die Dauerformen der Stäbchenbacterien oder die Sporen der Schimmelpilze lebend und entwickelungsfähig geblieben sind, und die Anzahl der später hier entstehenden Colonieen im Vergleich mit denjenigen in den nicht erhitzten Röhrchen giebt uns einen oberflächlichen Ueberblick über das

gegenseitige Verhältniss der in Sporenform und der nicht in Sporenform im Boden vorhandenen Keime. Ausserdem wurde häufig, besonders in den Proben aus grösserer Tiefe, nach der oben (S. 531) angegebenen Methode eine Untersuchung auf die Menge der vorhandenen Anaëroben ausgeführt und die hierbei erhaltenen Resultate gleichfalls berücksichtigt.

Die so ermittelten Ergebnisse mögen nun zunächst hier im Zusammenhange folgen:

Boden aus der Umgebung von Potsdam (Pfingstberg).

1. vom 24. April 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1 ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	verflüssigt	—	620
25 cm	verflüssigt	—	940
1/2 m	1380	70000	860
75 cm	480	25000	230
1 m	20	1000	6
1 1/2 m	4	200	0
2 m	0	—	0
2 1/2 m	5	250	0
3 m	0	—	0
3 1/2 m	0	—	0
4 m	0	—	0
4 1/2 m	2	100	0
5 m (Grundwasser!)	0	—	0

2. vom 1. Mai 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1 ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	3200	160000	1200
1/2 m	2600	130000	1080
1 m	16	800	20
1 1/2 m	12	600	10
2 m	6	300	2
2 1/2 m	20	1000	10
3 m	120	6000	60
3 1/2 m	12	600	0

3. vom 27. Mai 1886:

Oberfläche	3150 (Regen)	150000
1/2 m	4000	200000
1 m	40	2000
1 1/2 m	320	15000
2 m	40	2000
2 1/2 m	10	500
3 m	60	3000
3 1/2 m	0	—
4 m	0	—
4 1/2 m (Grundwasser!)	2	100
5 m (Grundwasser!)	12	600

4. vom 30. Mai 1886:

Oberfläche (Regen)	3200	160000	1120
1/2 m	3600	180000	900
1 m	190	9500	120
1 1/2 m	120	6000	96
2 m	30	1500	20
2 1/2 m	0	—	0
3 m	0	—	0
3 1/2 m	12	600	0
4 m	16	800	3
4 1/2 m	12	600	0

5. vom 12. Juni 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1 ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	2200	110000	1200
1/2 m	1630	90000	1200
1 m	40	2000	22
1 1/2 m	40	2000	3
2 m	12	600	0
2 1/2 m	14	700	0
3 m	2	100	1
3 1/2 m	16	800	9
4 m	3	150	0
4 1/2 m	4	200	2

6. vom 15. Juni 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1 ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	2800	140000	123
25 cm	verflüssigt	—	620
50 cm	2900	145000	verflüss.
75 m	1900	95000	1380
1 m	20	1000	14
1 1/2 m	10	500	20
2 m	0	—	0
2 1/2 m	0	—	0
3 m	14	700	3
3 1/2 m	0	—	0
4 m	3	150	0
4 1/2 m	2	100	0
5 m	0	—	0

7. vom 9. Juli 1886:

Oberfläche	verflüssigt	—	1170
1/2 m	verflüssigt	—	260
1 m	86	4300	6
1 1/2 m	8	400	0
2 m	6	300	0
2 1/2 m	0	—	0
3 m	0	—	0
3 1/2 m	0	—	0
4 m	6	300	0

8. vom 14. August 1886:

Oberfläche (Regen)	6000	300000	260
1/2 m	4800	240000	420
1 m	840	42000	300
1 1/2 m	1600	80000	800
2 m	10	500	0
2 1/2 m	8	400	2
3 m	2	100	0
3 1/2 m	0	—	0
4 m	0	—	0
4 1/2 m	8	400	0

9. vom 16. August 1886:

Oberfläche	5300	150000	verflüss.
25 cm	2100	100000	1320
50 cm	verflüssigt	—	verflüss.
75 cm	4900	145000	2000
1 m	30	1500	12
1 1/4 m	14	700	12
1 1/2 m	26	1300	16
2 m	4	200	2
2 1/2 m	0	—	0
3 m	0	—	0
3 1/2 m	0	—	0
4 m	0	—	0
4 1/2 m	2	100	0
5 m	0	—	

10. 4. September 1886:

Oberfläche	1980	95000	620
25 cm	2400	120000	480
50 cm	1320	65000	920
75 cm	60	3000	14
1 m	12	600	12
1 1/4 m	0	—	0
1 1/2 m	14	700	8
2 m	0	—	0
2 1/2 m	0	—	0
3 m	3	150	0
3 1/2 m	2	100	0
4 m	0	—	0
4 1/2 m	0	—	0

11. vom 16. September 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	900	45000	840
25 cm	700	35000	500
50 cm	900	45000	230
75 cm	560	28000	186
1 m	4	200	2
1¼ m	16	800	0
1½ m	0	—	0
2 m	0	—	0
2½ m	3	150	0
3 m	0	—	0
3½ m	0	—	0
4 m	0	—	0
4½ m	0	—	0

12. vom 2. October 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche (Regen)	2600	130000	
½ m	2100	100000	
1 m	830	40000	
1½ m	12	600	
2 m	14	700	
2½ m	30	150	
3 m	0	—	
3½ m	28	1400	
4 m	12	600	
4½ m	0	—	

13. vom 3. November 1886:

Oberfläche	1120	55000	60
25 cm	640	32000	30
50 cm	1540	75000	zerbrochen
75 cm	160	8000	12
1 m	140	7000	60
1¼ m	60	3000	0
1½ m	4	200	0
2 m	2	100	0
2½ m	0	—	0
3 m	30	1500	0
3½ m	1	50	0
4 m	0	—	0
4½ m	0	—	0

14. vom 5. November 1886:

Oberfläche	1860	90000	
½ m	2100	65000	
1 m	780	39000	
1½ m	24	1200	
2 m	13	650	
2½ m	0	—	
3 m	26	1300	
3½ m	4	200	
4 m	2	100	
4½ m	0	—	

15. vom 9. November 1886:

Oberfläche	1820	90000	
½ m	1430	70000	
1 m	26	1300	
1½ m	14	700	
2 m	0	—	
2½ m	38	1900	
3 m	12	600	
3½ m	19	950	
4 m	3	150	
4½ m	0	—	
5 m	6	300	

16. vom 16. März 1887:

Oberfläche	1680	80000	160
½ m	1750	85000	1260
1 m	60	3000	2
1½ m	6	300	0
2 m	4	200	0
2½ m	3	150	0
3 m	2	100	0
3½ m	14	700	0
4 m	0	—	0
4½ m	3	150	0
5 m (Grundwasser!)	0	—	0

Boden aus dem Grunewald westlich von Berlin.

1. vom 12. April 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	1320	65000	630
1/2 m	1560	75000	verfl.
1 m	820	40000	720
1 1/2 m	12	600	6
2 m	10	500	4
2 1/2 m	14	700	12
3 m	0	—	0
3 1/2 m	4	200	0
4 m	3	150	1
4 1/2 m	0	—	0

2. vom 14. Mai 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	verflüssigt	115000	680
1/2 m	2300	—	420
1 m	60	3000	10
1 1/2 m	0	—	0
2 m	0	—	0
2 1/2 m	22	1000	0
3 m	0	—	0
3 1/2 m	4	200	0
4 m	3	150	0
4 1/2 m	0	—	0

3. vom 19. August 1886:

Oberfläche	1950	100000	980
1/2 m	verflüssigt	—	900
1 m	560	28000	280
1 1/2 m	10	500	5
2 m	28	1400	14
2 1/2 m	13	650	6
3 m	12	600	5
3 1/2 m	0	—	0
4 m	0	—	0
4 1/2 m	4	200	0

Boden vom Philipp-Apostel-Kirchhof.

1. vom 13. Juni 1886:

Oberfläche	5600	280000
25 cm	3200	160000
50 cm	90	4500
1 m	70	3500
1 1/2 m	65	1800
2 m	14	700

Boden vom Philipp-Apostel-Kirchhof.

2. vom 18. Juni 1886:

Oberfläche	7200	350000
25 cm	9200	450000
50 cm	40	2000
1 m	0	—
1 1/2 m	14	700
2 m	10	500
2 1/2 m	4	200

Boden aus dem Grunewald nördlich von Berlin.

1. vom 18. Juli 1886:

Oberfläche (Regen)	4200	200000	2400
1/2 m	4500	220000	verfl.
1 m	60	3000	0
1 1/2 m	12	600	4
2 m	0	—	0
2 1/2 m	0	—	0
3 m	4	200	0
3 1/2 m	0	—	0
4 m	6	300	0

Boden aus dem Grunewald nördlich von Berlin.

2. vom 26. Juli 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	verflüssigt	—	930
$^1/_2$ m	1890	90000	verfl.
1 m	930	45000	280
$1^1/_2$ m	40	2000	20
2 m	0	—	0
$2^1/_1$ m	22	1000	0
3 m	0	—	0
$3^1/_2$ m	0	—	0
4 m	16	8000	2
$4^1/_2$ m	0	—	0

3. vom 14. August 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	3200	150000	
$^1/_2$ m	verflüssigt	—	
1 m	42	2000	
$1^1/_2$ m	16	800	
2 m	4	200	
$2^1/_2$ m	3	150	
3 m	1	50	
$3^1/_2$ m	0	—	
4 m	2	100	
$4^1/_2$ m	6	300	

4. vom 23. September 1886:

Tiefe	Zahl der gefundenen Colonieen	Menge der in 1ccm etwa vorhandenen Keime	Col. i. d. auf 80° erhitzten Proben
Oberfläche	1680	80000	1200
$^1/_2$ m	3200	150000	830
1 m	190	9500	42
$1^1/_2$ m	60	3000	14
2 m	2	100	0
$2^1/_2$ m	4	200	0
3 m	0	—	0
$3^1/_2$ m	0	—	0
4 m	2	100	0
$4^1/_2$ m	0	—	0

Einer genaueren Betrachtung dieser Versuchsergebnisse möge die nochmalige Bemerkung vorangehen, dass die hier gefundenen Resultate zunächst keinen Anspruch auf allgemeinere Giltigkeit erheben. Einmal handelt es sich durchgehends nur um eine ganz bestimmte Art von Boden, um möglichst unverändertes, von Menschenhand unberührtes, jungfräuliches Erdreich, und abweichende Verhältnisse sind in keiner Weise berücksichtigt. Aber auch abgesehen hiervon sind die mitgetheilten Ergebnisse durchaus nicht zahlreich genug, um von vorneherein die Vermuthung zu widerlegen, dass doch selbst auf diesem beschränkteren Gebiete von Fall zu Fall noch sehr wesentliche Verschiedenheiten Statt haben könnten. Die folgenden Erörterungen beziehen sich deshalb zunächst nur

auf die vorliegenden Thatsachen und es muss Sache weiterer Versuche sein, die Grenzen ihrer Bedeutung festzustellen.

Zwei Punkte sind es, welche aus der Reihe der angeführten Zahlen mit grosser Deutlichkeit hervortreten. Erstens der Reichthum der oberflächlichen Theile auch dieses unbedüngten, nicht mit Abwässern oder überhaupt mit den Abfallstoffen menschlichen oder thierischen Lebens in unmittelbare Berührung gekommenen Bodens an Mikroorganismen, und zweitens die rapide Abnahme des Bacteriengehaltes in den tieferen Erdschichten, die sich als keimarm, stellenweise sogar als völlig keimfrei erweisen.

Man darf die oberflächlicheren Schichten des hier untersuchten Bodens gewiss als bacterienreich bezeichnen. Die Menge der Erde, welche in jedem einzelnen Falle verwendet wurde, betrug, wie schon oben bemerkt, etwa $^1/_{50}$ ccm; es ergiebt sich danach, dass die oberflächlichen Lagen des untersuchten Bodens bis zu 350,000 Keime im Cubikcentimeter enthielten, gewöhnlich deren etwa 100,000 aufwiesen und unter 50,000 überhaupt nur einmal herabsanken. Es sind dies Zahlen, welche ein beliebiges Wasser schon als sehr stark verunreinigt erscheinen lassen würden. Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass sich die Hauptmenge der Mikroorganismen gewöhnlich nicht unmittelbar auf der Oberfläche selbst fand, sondern meist in $^1/_4$ m, häufig auch erst in $^1/_2$ m Tiefe angetroffen wurde. Was den Einfluss der Jahreszeit oder der wechselnden Witterung innerhalb kürzerer Fristen angeht, so zeigten die im Laufe fast eines Jahres ziemlich regelmässig auf einem Terrain entnommenen Proben, dessen einzelne Theile unter gleichen atmosphärischen und meteorologischen Bedingungen stehen (Pfingstberg), im Sommer deutlich grössere Mengen von Keimen als im Winter und gaben die höchsten Zahlen im Juli und August, auch schienen sie nach stärkeren Niederschlägen bacterienreicher zu sein als in Zeiten vollkommener Trockenheit.

Die Art der oberflächlichen Bedeckung des Bodens ist wohl ohne erheblichere Bedeutung: wenigstens enthielt der mit Gras bekleidete Boden des Pfingstberges etwa ebenso viele Mikroorganismen wie der mit Unterholz bestandene Boden aus dem Grunewald oder der fast vegetationslose Boden vom Philipp-Apostel-Kirchhofe.

Sehr wechselnd gestaltete sich das Verhältniss der in den oberflächlichen Schichten vorhandenen Bacteriensporen zu den nicht in Dauerform vorkommenden Mikroorganismen. Bald machten die ersteren mehr als die Hälfte aller überhaupt nachgewiesenen Keime aus, bald befanden sie sich in verschwindender Minderheit.

Die Untersuchung auf Anaëroben führte zu wenig brauchbaren Resultaten. Meist liess sich in den ersten 2 bis 3 mal 24 Stunden ein

deutliches Wachsthum von Colonieen in den tieferen Theilen der Gelatine überhaupt nicht wahrnehmen, nach etwa 5 bis 6 Tagen aber machte sich von den an der Oberfläche des Nährbodens zur Entwickelung gekommenen aëroben Colonieen eine so umfangreiche Verflüssigung der Gelatine geltend, dass die weitere Beobachtung unmöglich wurde.

Das Auftreten solcher, die Gelatine verflüssigender Arten war in diesen den höheren Bodenschichten entnommenen Proben fast regelmässig ein sehr reichliches. Die Zählung der Colonieen in den Röhrchen musste deshalb stets nach 2 mal 24 Stunden Statt finden, und zuweilen war selbst innerhalb dieser kurzen Zeit der Nährboden schon vollständig erweicht.

Besondere Aufmerksamkeit wurde in jedem Falle auf eine Isolirung und Reinzüchtung der verschiedenen hier auftretenden Arten von Mikroorganismen verwendet. Dieselben wurden mit Hülfe der gebräuchlichen Untersuchungsmethoden des eingehenderen studirt und namentlich auch durch das Thierexperiment ihre eventuellen pathogenen Eigenschaften festgestellt. Es ergab sich hierbei, dass die weitaus grössere Mehrzahl der in den oberflächlichen Bodenschichten hausenden Mikroorganismen zu den Bacterien gehört, dass daneben aber auch Schimmelpilze nicht selten und Sprosspilze in Ausnahmefällen anzutreffen sind. Unter den Bacterien finden sich einige Arten fast regelmässig vor, so der Heubacillus, der wurzelförmige Bacillus und eine wegen des eigenthümlichen Aussehens ihrer Colonieen auf der Platte von uns als Hirnbacillus bezeichnete Art. Bacillen sind weitaus zahlreicher als Mikrokokken, Spirillen wurden überhaupt nicht beobachtet. Wenn ich im Uebrigen auf eine genauere Beschreibung der etwa 40 so isolirten Bacterien nicht eingehe, so geschieht dies schon deshalb, weil sich unter denselben trotz wiederholter, mannigfach variirter Versuche pathogene Arten nicht haben nachweisen lassen und selbst die sonst so häufig im oberflächlichen Erdreich vorkommenden Bacillen des malignen Oedems jedesmal zu fehlen schienen.

Sind dies im Wesentlichen die Verhältnisse, welche bei der bacteriologischen Untersuchung der oberflächlicheren Schichten hervortreten, so werden wir vor völlig andere Thatsachen gestellt, sobald wir uns den tieferen Theilen desselben Bodens zuwenden. Die eben noch so reiche Menge von Mikroorganismen verschwindet bis zum völligen Fehlen, und diese Abnahme ist in der Regel keine allmähliche, von Stufe zu Stufe weiter fortschreitende, sondern eine geradezu plötzliche und fast unvermittelte. In wechselnder Tiefe, meist in etwa $1^1/_4{}^m$, häufig auch schon in 1^m, seltener in $^3/_4{}^m$ oder erst in $1^1/_2$ bis $1^3/_4{}^m$ wird der Bacterien gehalt des Bodens mit einem Schlage um das Hundertfache oder mehr noch verringert; Sprünge von 4000 in $^1/_2$ auf 40 in 1^m, von 5600 in $^3/_4{}^m$

auf 4 in 1 m d. h. also im Cubikcentimeter von 200,000 auf 2000, von 250,000 auf 200 u. s. f. gehören nicht zu den Ausnahmen und schon in $1^1/_2$ m Tiefe kann sich der Boden als völlig keimfrei erweisen.

Dieses letztere Verhältniss, das absolute Fehlen von Keimen, bestand, worauf ich besonders aufmerksam machen möchte, auch in den Proben aus dem eigentlichen Grundwassergebiet (aus $4^1/_2$ und 5 m Tiefe) und auch in den darüber befindlichen Schichten aus der Zone des capillaren Grundwasserstandes waren nur einige wenige Mikroorganismen vorhanden.

Meist freilich enthalten auch die tieferen Schichten noch geringfügige Mengen von Mikroorganismen: in 3 m können sich noch 60 Keime (3000 in 1 ccm), ein anderes Mal selbst in 4 m noch 12 Keime (600 in 1 ccm) vorfinden. Aber abgesehen davon, dass diese Zahlen doch mehr wie erheblich hinter den Resultaten aus den höheren Schichten zurückstehen, wurden sie gewöhnlich auch auf etwas andere Weise ermittelt als jene. Wir sahen vorhin, dass bei der Untersuchung der Proben von der Oberfläche hauptsächlich jene die Gelatine rasch und umfangreich verflüssigenden Arten hervortraten, welche eine möglichst schleunige Zählung der Colonieen und Beurtheilung der Platten nöthig machten. Langsamer wachsende Arten, deren Keime vielleicht auch in dem Aussaatmaterial mit enthalten waren, fanden keine Zeit und Gelegenheit, sich zu entwickeln und gingen deshalb für die Beobachtung verloren. Anders bei den Röhrchen aus den tieferen Bodenpartien. Hier war nach den ersten 2 mal 24 Stunden gewöhnlich nur die eine oder andere Colonie schon zum Wachsthum gelangt, und meist vergingen viele Tage, selbst Wochen, ehe sich die ganze Zahl der oben in den Tabellen angeführten Colonieen ausgebildet hatte.

Es ist uns das Vorkommen derartiger spät entstehender Colonieen überhaupt erst seit der Anwendung des Esmarch'schen Verfahrens bekannt geworden, welches die Aufbewahrung der „Rollplatten" über lange Zeit gestattet. Bisher kam man namentlich da in die Lage, solche Nachzügler zu beobachten, wo irgend ein Desinfectionsmittel die in der zu desinficirenden Masse enthaltenen Keime nicht sämmtlich vernichtet, vielmehr einige noch am Leben gelassen hatte. Doch waren auch diese Keime dann unter dem Einflusse des Desinficiens in ihrer Lebens- und Wachsthumsenergie wohl so weit geschwächt worden, dass sie nicht mit dem sonstigen Eifer an ihre Fortpflanzung gehen konnten und deshalb auch zur Erzeugung von Colonieen unverhältnissmässig lange Zeit gebrauchen mussten. Die Annahme ist erlaubt, dass es sich hier um etwas ähnliches handelt, und wir können uns bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass auch der vorhin ausführlich untersuchte Vorgang der nachträglichen

Keimvermehrung in den Proben aus grösserer Tiefe die Vermuthung nahe legte, dass die Keime in eben diesen tieferen Schichten zuvor nicht in den besten Verhältnissen gelebt haben.

Wie dem auch sein möge, sicherlich geht aus den mitgetheilten Angaben die Thatsache mit genügender Deutlichkeit hervor, dass die oberflächlichen Bodenschichten durch eine Grenzlinie, welche in wechselnder Höhe, zwischen $^3/_4$ und $1^1/_2{}^m$ liegt, scharf geschieden werden von den tieferen Theilen; dass während die ersteren sich regelmässig durch einen grossen Gehalt an Mikroorganismen auszeichnen, die letzteren fast mit einem Schlage so arm an Keimen werden, dass von einer weiteren allmählichen Abnahme gar nicht mehr die Rede sein kann. Auch ein abermaliges Anwachsen der Keime nach dem Gebiete des Grundwassers hin, wie man es vielleicht vermuthen könnte, hat sich nicht nachweisen lassen, vielmehr haben sich diese Regionen gleichfalls als keimarm oder selbst als völlig keimfrei herausgestellt.

Irgendwelcher Einfluss der Jahreszeit, der verschiedenen Bedeckung der Bodenoberfläche u. s. f. auf den Gehalt der tieferen Schichten an Mikroorganismen war nicht zu erkennen, dieselben zeigten sich unter allen Umständen gleichmässig bacterienarm. Es ist dies einigermaassen auffallend im Hinblick auf die wechselnde Höhe der Bodentemperatur.[1] Dieselbe schwankt beispielsweise in $1^1/_2{}^m$ zwischen etwa $3{\cdot}5^0$ im März und 14^0 im August und September oder in 3^m Tiefe zwischen 8^0 im März und April und 12 bis 13^0 im September und October; trotzdem aber haben die während dieser Monate aus den oben angegebenen Tiefen entnommenen Proben nachweisbare Unterschiede ihres Bacteriengehaltes nicht erkennen lassen. Sehr ungleich gestaltete sich auch in diesen tieferen Bodenschichten das Verhältniss der darin enthaltenen Bacteriensporen zu den nicht in Dauerform vorhandenen Mikroorganismen; gewöhnlich allerdings wurde durch das Erhitzen die ganze Anzahl der überhaupt vorhandenen Keime vernichtet.

Besonders bemerkenswerth ist es, dass die Untersuchung auf anaërobe Arten so gut wie gar keine Resultate gab; meist blieben die hierbei verwendeten Röhrchen völlig steril; die wenigen in dem Aussaatmaterial enhaltenen aëroben Keime konnten sich unter der luftabschliessenden Gelatinedecke nicht entwickeln und anaërobe Keime waren in den tieferen Schichten augenscheinlich überhaupt nicht vorhanden — eine Thatsache, die mit vielen bisherigen Anschauungen im Widerspruche steht.[2]

---

[1] *Festschrift der Stadt Berlin.* S. 39.

[2] Duclaux, *Ann. de l'institut Pasteur.* No. IV.

Was die Art der gewöhnlich gediehenen Mikroorganismen angeht, so zeigten sich vielfach selbst in einer Tiefe von 4 und $4^1/_2{}^m$ noch vereinzelte Vertreter jener drei in den oberflächlichen Schichten besonders zahlreich vorkommenden Bacillenspecies, des Heubacillus, des wurzelf. Bacillus, besonders auch des Hirnbacillus. Auch andere Stäbchenbacterien, im ganzen 11 rein gezüchtete Arten, liessen sich nachweisen, Mikrokokken wurden nur 4 mal gefunden, Spirillen fehlten auch hier gänzlich. In reichlicherer Menge aber als alle diese verschiedenen Bacterienarten zusammen traten Schimmelpilze auf und unter diesen wieder mit ganz besonderer Regelmässigkeit und Häufigkeit ein Fadenpilz, der schon vor Jahren von Hesse bei Gelegenheit seiner Luftuntersuchungen gefunden worden ist und seit dieser Zeit in unserem Laboratorium unter dem Namen „brauner Schimmelpilz. Hesse" in Reincultur fortgeführt wird. Derselbe kam in mehr als $75\,^0/_0$ aller derjenigen Fälle zur Entwickelung, in welchen aus diesen Proben tieferer Bodenschichten irgendwelche Colonieen von Mikroorganismen gediehen und liess sich sowohl in der Erde aus der Umgebung von Potsdam, wie aus dem Grunewald etc. nachweisen. Regelmässig etwa 5 bis 6 Tage nach der Aussaat begannen die intensiv braun gefärbten, den Nährboden langsam verflüssigenden Colonieen dieses Pilzes sich geltend zu machen und nicht eben selten gelangten überhaupt keine anderen Colonieen zum Wachsthum. Pathogene Arten haben sich auch in den tieferen Schichten nicht nachweisen lassen.

Fassen wir die Resultate, welche sich aus den vorliegenden Untersuchungen ergeben haben, noch einmal kurz zusammen, so hat sich also feststellen lassen, dass die oberen Schichten auch eines jungfräulichen, unberührten Erdbodens bis zu einer wechselnden, meist zwischen $^3/_4$ und $1^1/_2{}^m$ liegenden Tiefe durchsetzt von Mikroorganismen der verschiedensten Art sind, dass aber an der genannten Grenze eine ebenso plötzliche als umfangreiche Abnahme des Bacteriengehaltes eintritt und die tieferen Bodentheile, selbst die dem Grundwassergebiete angehörenden Schichten keimarm oder sogar keimfrei erscheinen, weder aërobe noch anaërobe Bacterien beherbergen.

Es ist von vornherein nicht zu erwarten, dass ebenso einfache und eindeutige Ergebnisse auch bei der Untersuchung solcher Stellen zu Tage treten werden, welche nicht einem jungfräulichen Gebiete angehören, sondern in mehr oder minder unmittelbaren Beziehungen zu den Aeusserungen der menschlichen Thätigkeit stehen und sich im Bereiche des bebauten und bewohnten Bodens befinden. Die Veränderung der natürlichen und ursprünglichen Verhältnisse wird hier fast allerorten eine so umfangreiche und eingreifende sein, dass auch die Resultate dem

entsprechend andere werden und häufig sogar das Gegentheil des normalen Befundes ergeben können. Wir haben gesehen, dass die oberflächlichen Theile des Bodens unter allen Umständen wechselnde Mengen von Dauerformen der Bacterien enthalten, und wenn eben diese Schichten einmal in die Tiefe verlagert werden, wenn durch die Hand des Menschen in Wahrheit das oberste zu unterste gekehrt wird, so liegt kein Grund gegen die Annahme vor, dass die Sporen eine derartige Veränderung nicht selbst längere Zeit überstehen sollten.

Wenn die folgenden Untersuchungen bewohnten Terrains trotzdem zu Ergebnissen geführt haben, welche im Wesentlichen durchaus mit denjenigen vom jungfräulichen Boden übereinstimmen, so ist dies gewiss als eine besonders wichtige und bedeutungsvolle gegenseitige Bestätigung dieser Befunde anzusehen. Indessen möchte ich doch auch hier wieder eine vorzeitige Verallgemeinerung der aus diesen Resultaten hervorgehenden Folgerungen vermeiden. Gerade beim bewohnten Boden werden nach Lage der Dinge von Ort zu Ort, von Stelle zu Stelle sehr wesentliche Unterschiede Statt haben können und nur eine sorgfältige Berücksichtigung aller localen Momente im Verein mit einer unmittelbaren Untersuchung ganz einwandsfreie Ergebnisse liefern. Besteht zudem in der Tiefe selbst eine Quelle der Verunreinigung, handelt es sich um undichte Senkgruben und Auslässe, um mangelhaft verschlossene Wasserläufe, Brunnen u. s. f., so wird man unter Umständen von dicht neben einander gelegenen Stellen völlig abweichende und widersprechende Resultate erhalten. Wie das Wasser, so wird sich auch der Boden von Fall zu Fall als bacteriologisch sehr verschiedenartig erweisen, zumal da der Boden nicht wie das Wasser ein leicht bewegliches Medium ist, welches sich durch schnellste Vermischung seiner Theile eine möglichst gleichförmige Zusammensetzung zu erhalten sucht, sondern gerade in Hinsicht auf die Mikroorganismen eher mit einem „festen Nährboden“ verglichen werden kann, der eine Ortsveränderung der Keime wenn nicht völlig unmöglich macht, so doch sehr erschwert.

Nur eine grosse Reihe einzelner Untersuchungen wäre deshalb im Stande, diesen oder jenen Punkt als allgemein giltig und regelmässig wiederkehrend zu erweisen, eine Forderung, welcher im Folgenden leider nicht entsprochen wird, da die Zahl meiner Beobachtungen nur eine verhältnissmässig geringfügige ist. Veranlasst wird dieser Mangel hauptsächlich durch die sehr bedeutenden Schwierigkeiten, welche gerade hier der Erlangung brauchbaren Materials im Wege stehen. Nur zum Zwecke der Untersuchung Bohrungen u. s. w. anzustellen, verbietet sich auf bebautem und bewohnten Boden wohl in der Regel ganz von selbst; man ist also darauf angewiesen, sich solche Fälle zu Nutzen zu machen, wo

bei Gelegenheit eines Baues, einer Strassenanlage u. s. f. das Terrain zu anderen Zwecken freigelegt und der Entnahme zugänglich wird. Wir haben aber vorhin gesehen, dass eben hierbei besondere Rücksicht auf die Thatsache der eventuellen Keimvermehrung in den aufgedeckten Erdlagen genommen werden muss und hieraus eine abermalige Beschränkung in der Auswahl des verwendbaren Materials hervorgeht. Derartige Ausschachtungen erreichen ferner in der Regel eine Tiefe von 4 m nicht mehr und überschreiten dieselbe nur in sehr seltenen Fällen, und die Untersuchung der tieferen Schichten muss also unterbleiben. Da man endlich beim Ausheben von Fundamenten u. s. w. meist nicht mit der einem Bacteriologen eigenthümlichen Sorgfalt vorgeht, so ist es häufig durchaus nicht ganz leicht, von einem unter der Hand der Arbeiter befindlichen Terrain zur selben Zeit die Proben in der gehörigen Weise, d. h. so zu entnehmen, dass auch die Vermengung mit anderen Theilen sicher ausgeschlossen ist.

Was die Art und Beschaffenheit der einzelnen untersuchten Bodenproben angeht, so lässt sich eine allgemeine Beschreibung derselben hier nicht geben, dieselbe muss vielmehr jedesmal im einzelnen erfolgen. Das Grundwasser wurde hier nirgendwo erreicht, doch haben verschiedene Ausgrabungen bis in die unmittelbar über dem Grundwasser befindlichen Schichten geführt.

Die Untersuchung fand ganz in der oben beschriebenen Weise Statt, auch die Ermittelung des Sporengehalts der Proben und der Anaërobenmenge geschah vermittelst des gleichen Verfahrens.

Die so festgestellten Ergebnisse gestalten sich nun folgendermaassen:

1. Auf dem Terrain eines Neubaues an der Ecke von Wilhelms- und Leipzigerstrasse werden vier Erdproben von der seitlichen Abböschung eines frisch aufgeworfenen Baugrundes aus der Tiefe von 10 cm, 50 cm, 1 m, $1^1/_2$ m entnommen. Bis zu 1 m besteht der Boden aus grauer, ziemlich stark verunreinigter Erde, die mit reichen Mengen alten Mörtelwerks und Bauschutt, Resten früher hier befindlicher Baulichkeiten, untermischt ist; in 1 m wird der Boden deutlich sandiger und zeigt sich in $1^1/_2$ m vorwiegend aus mittelfeinem, grauweissen Kiessand zusammengesetzt. Die betreffende Stelle war seit etwa 120 Jahren von Wohnungsgebäuden eingenommen worden.

20./VII. 1885.

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm
10 ccm	164	8000
50 ccm	134	6500
1 m	900	45000
$1^1/_2$ m	70	3500

2. am 26./VII. 85. wurden aus einer bei Gelegenheit des im hygienischen Institutsgebäude stattfindenden Umbaues angelegten Ausschachtung fünf verschiedene Proben entnommen aus den Tiefen von 12, 20, 50 cm, 1 und 2 m. Der Boden ist vor etwa 20 Jahren bei einem früheren Umbau eingetragen worden und besteht fast nur aus Bauschutt und feinem Kiessand.

26./VII. 1885.

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm
10 cm	7000	350000
20 cm	6300	300000
50 cm	1000	50000
1 m	16	800
2 m	15	750

3. Bei Anlegung einer neuen Strasse im Centrum der Stadt wird der Boden bis zu 3 m Tiefe aufgewühlt. Bis zu 50 cm sehr stark verunreinigte feuchte, schwarze Erde, bis $1^1/_2$ m grauer, mit Bauschutt durchsetzter Mischboden, in 2 m der gewachsene, weisse, feinkörnige Sand. Die Stelle liegt in dem ältesten Theile der Stadt und gehört seit mehr als 250 Jahren zu dem bewohnten und bebauten Gebiete.

7./VIII. 1885.

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm
Oberfläche	2000	160000
50 cm	800	40000
1 m	200	10000
2 m	120	6000
3 m	12	600

4. Von einem anderen Theile desselben Baugrundes und zwar von der seitlichen Abböschung nach einem Strassenzuge hin am 8./VIII. andere Proben entnommen (in 2 m auch hier der gewachsene, weisse Sandboden)

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm
1 m	730	35000
$1^1/_2$ m	1100	50000
2 m	320	15000
$2^1/_2$ m	420	20000
3 m	11	500
$3^1/_2$ m	3	150

5. Im Hofe des hygienischen Instituts (Klosterstr.) wird behufs Einbringung von Bodenthermometern eine Bohrung in die Tiefe von $3^1/_2$ m geführt; dieselbe bringt zunächst Gartenerde — bis zu $^1/_2$ m — unreinen Sandboden — bis zu $1^1/_2$ m — reichlich mit Bauschutt und altem Mauer-

werk untermischtes Material — bis zu $2^1/_2$ m — und von $2^1/_2$ m—$3^1/_2$ m den reinen, weissen Diluvialsand zu Tage.

1./XI. 1885.

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm
Oberfläche	6000	300000
1 m	20	1000
$1^1/_2$ m	42	2000
2 m	70	3500
$2^1/_2$ m	6	300
3 m	26	1000
$3^1/_2$ m	15	750

6. Neubau Ecke Charlotten- und Jägerstrasse. Bis zu $1^3/_4$ m alter Bauschutt, von $1^3/_4$—$2^1/_2$ m grauer Sand, in $2^1/_2$ m reiner, weisser Sandboden.

6./IV. 1886.

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm	Erhitzt
1 m	2100	100000	1320
$1^1/_2$ m	2900	180000	verfl.
2 m	1320	65000	620
$2^1/_2$ m	9400	470000	2980
3 m	680	34000	340
$3^1/_2$ m	0	—	—

7. Neubau Werderscher Markt. Von der Seitenwand des aufgeworfenen Baugrundes, der hier wegen der schlechten Beschaffenheit des Bodens bis zu 4 m und bis dicht über den Grundwasserstand ausgenommen wurde.

11./XI. 1886.

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm	Erhitzt
1 m	1630	80000	320
$1^1/_2$ m	420	20000	12
2 m	980	49000	630
$2^1/_2$ m	13	650	—
3 m	12	600	4
$3^1/_2$ m	63	3000	26
4 m	14	900	—

8. Neubau Potsdamerstr. Die Proben stammen von zwei verschiedenen Stellen; ein Theil des hier freigelegten Baugrundes war bisher nicht mit Gebäuden besetzt gewesen, vielmehr als Gartenland benutzt worden. Auf dem anderen Theil befand sich seit etwa 30 Jahren ein zweistöckiges Wohnhaus.

1. Garten.

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm	Erhitzt
Oberfläche	9200	450000	1600
$^1/_2$ m	6200	300000	820
1 m	3200	150000	2700
$1^1/_2$ m	1630	80000	320
2 m	4200	200000	14
$2^1/_2$ m	14	700	2
3 m	2	100	0

2. Im Vorderhaus (Wohnhaus).

Tiefe	Colonieen	In 1 ccm	Erhitzt
1 m	620	30000	
$1^1/_2$ m	14	700	
2 m	1580	75000	
$2^1/_2$ m	3800	190000	
3 m	162	8000	

Die hier mitgetheilten Beobachtungen entbehren sicherlich der Vollständigkeit und können schon ihrer geringen Anzahl wegen nicht ohne Weiteres Anspruch darauf erheben, allgemeinere Giltigkeit zu erhalten. Trotzdem möchte ich noch mit einigen kurzen Worten auch diese Resultate einer Betrachtung unterwerfen und die Folgerungen erörtern, welche aus denselben unter Umständen entnommen werden können.

Es zeigt sich zunächst, dass wie in den Proben von jungfräulichem Gebiete auch hier ein ausserordentlicher Reichthum der oberflächlichen Bodenschichten an Keimen niederer Organismen besteht. Die Menge der Bacterien ist hier sogar zweifellos eine erheblich grössere als dort und es würde dieses Verhältniss vielleicht noch deutlicher hervortreten, wenn es möglich gewesen wäre, an allen Stellen unmittelbar von der Oberfläche Proben zu erhalten. Ueberall da, wo es sich um Terrain handelt, welches schon früher Baulichkeiten getragen hat, wird dies aber nur ausnahmsweise möglich sein und müssen wir deshalb auf eine genauere Feststellung dieser Thatsache vorläufig verzichten. An und für sich ist es eine Erscheinung, welche kaum der Erklärung bedarf, dass die oberflächlichen Theile eines inmitten des menschlichen Verkehrs gelegenen Bodens hervorragend bacterienreich sind. Mag auch die Fürsorge städtischer Verwaltungen sich bemühen, die grössere Menge der Abfallstoffe u. s. f. möglichst entfernt von dem betreffenden Gemeinwesen zu deponiren und dieselben damit nach Kräften unschädlich zu machen, so bleibt doch noch Material genug zur Verfügung, welches an Ort und Stelle in den Boden einzudringen und diesem einen unendlichen Vorrath von Keimen zuzuführen im Stande ist. In unmittelbarem Zusammenhang hiermit steht es auch, dass man bei dem bebauten Boden ein weiteres Vordringen der Bacterien in die tieferen Schichten wahrzunehmen vermag als beim jungfräulichen Boden und dass entsprechend der reichlicheren Anhäufung des Materials in den oberen Partien die Abnahme der Keime hier keine so entschiedene ist wie dort.

Aber die Hauptsache ist doch, dass eben diese Abnahme trotz alledem auch hier mit voller Deutlichkeit zu Tage tritt. Während die Proben aus den oberen Lagen Millionen von Keimen beherbergen, geht einige Male schon von 1 m, häufig freilich auch erst von $1^1/_2$ m oder 2 m Tiefe an, diese Menge in grossen Sprüngen zurück und es kann schliesslich sogar zum vollständigen Verschwinden der Mikroorganismen kommen.

Da wo Ausnahmen von dieser Regel Statt zu haben scheinen, mag nochmals daran erinnert werden, wie wenig zuverlässig nach Lage der Dinge in vielen der angeführten Fälle das Verfahren sein musste, welches uns in den Besitz der Proben brachte. Bald lag der Baugrund doch schon etwas längere Zeit dem Zutritt der atmosphärischen Luft offen, bald war es gar nicht zu vermeiden, dass bei der Entnahme auch Theile benachbarter Schichten mit in das Untersuchungsmaterial gelangten. Um so bemerkenswerther ist es, dass trotz dieser Mängel sich die Thatsache der Keimabnahme mit aller Sicherheit hat feststellen lassen; auch in dem Falle, welchem die Proben aus den Schichten dicht oberhalb des Grundwassers entstammen, war dieser entschiedene Rückgang des Bacteriengehaltes nachzuweisen, und im Wesentlichen stimmen deshalb die Ergebnisse der Untersuchungen am bebauten oder bewohnten Boden mit denen vom jungfräulichen Erdreich vollständig überein; auch hier Reichthum der oberflächlicheren Schichten an Mikroorganismen verschiedener Art, deutliche Abnahme der Bacterien nach der Tiefe (einschliesslich des Grundwassergebiets) bis zum völligen Verschwinden der Keime.

Was die Art der gefundenen Mikroorganismen angeht, so wurden in den höheren Lagen ausserordentlich viel verflüssigende Bacterien (meist Bacillen) angetroffen, ausserdem eine nicht unbeträchtliche Menge von Schimmelpilzen und vereinzelte Hefen. Die Anaërobenuntersuchung stiess hier auf dieselben Schwierigkeiten, auf welche wir oben aufmerksam gemacht haben, dagegen war durch den Thierversuch die Anwesenheit der Keime des malignen Oedems festzustellen. In den tieferen Schichten überwogen die Bacillen gleichfalls, verflüssigende Arten traten mehr zurück, doch zeigten sich auch hier Heu-, Wurzel- und Hirnbacillus; namentlich war aber der braune Schimmelpilz ein häufiger Gast. Anaëroben fanden sich fast gar nicht vor und auch das maligne Oedem konnte hier nicht mehr nachgewiesen werden. Pathogene Arten wurden nicht gefunden.

Obwohl diese Untersuchungen nun gewiss nach vielen Richtungen hin als mangelhaft zu bezeichnen sind, so darf doch eine Thatsache aus denselben mit Bestimmtheit abgeleitet werden: auch in einem Erdboden, welcher seit Jahrhunderten im Bereiche menschlicher Thätigkeit liegt, auf welchem lange Reihen von verschiedenen Generationen gelebt und ge-

wohnt haben, der während dieser Zeit alle Abfallstoffe eben dieser Bewohner aufzunehmen genöthigt war, lässt sich eine deutliche Abnahme des Bacteriengehalts nach der Tiefe zu feststellen, ja die Mikroorganismen können unter Umständen sogar völlig verschwinden und steigen auch in den dem Grundwassergebiete angehörenden Schichten nicht wieder zu grösserer Menge an.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass ein derartiger Befund wenig im Einklang steht mit zum Theil sehr verbreiteten Anschauungen, welche gerade in der „Verunreinigung" der tieferen Bodenschichten eine der wesentlichsten, wenn nicht die wesentlichste Veranlassung für die Entstehung und Ausbreitung der wichtigsten Infectionskrankheiten sehen. Die Zahl der Thatsachen, welche man dieser Annahme unmittelbar hätte entgegenstellen können, war bisher freilich keine allzu grosse. Nur Koch[1] selbst war schon 1881 bei Gelegenheit seiner wenigen damals ausgeführten Bodenuntersuchungen auf die „sehr auffallende Thatsache" aufmerksam geworden, „dass der Reichthum an Mikroorganismen im Erdboden nach der Tiefe zu sehr schnell abnimmt und dass kaum 1 m tief der nicht umgewühlte Erdboden fast frei von Bacterien ist. Selbst inmitten von Berlin habe ich in Erdproben, die frisch aufgeworfenem Baugrund entnommen waren, in Tiefe von 1 m keine Bacillen und nur ganz vereinzelte Colonieen von sehr kleinen Mikrokokken nach der Aussaat auf Nährgelatine erhalten. In einem Falle stammte die Erde von einem unmittelbar neben der Panke in der Philippstrasse aufgeführten Neubau aus 2 m Tiefe, im Niveau des Pankewassers und kaum 2 m von demselben entfernt, und auch diese Probe zeigte sich ganz ausserordentlich arm an Mikroorganismen. Meine Untersuchungen sind allerdings, was wohl zu berücksichtigen ist, nur im Winter gemacht. Im Sommer können die Verhältnisse möglicher Weise anders liegen. Doch mussten, wenn nach der jetzt überall giltigen Annahme im Grundwasser und den diesem benachbarten Erdschichten ein reges Leben von Mikroorganismen und wenn auch nur im Sommer stattfindet, die Dauerformen dieser Organismen daselbst zurückbleiben und sich, ebenso wie sie in den oberen Schichten leicht nachzuweisen sind, auch in den unteren selbst im Winter auffinden lassen. Da das aber nicht der Fall ist, so scheint es mir überhaupt fraglich, ob in den tieferen Bodenschichten viele Mikroorganismen existiren."

Beumer und Maggiora[2], welche sich als die einzigen nach Koch mit der unmittelbaren Untersuchung tieferer Bodenschichten beschäftigten, konnten beide die Thatsache der Keimabnahme nach der Tiefe gleichfalls feststellen, freilich nicht in dem deutlichen, augenfälligen Maasse wie jener.

---

[1] A. a. O. [2] A. a. O.

Beumer fand beispielsweise in 3 m noch 45 Millionen Keime in 1 ccm, in 4 m 10 Millionen, in 5 m 8 Millionen, in 6 m 5 Millionen und diesen gewaltigen Zahlen gegenüber tritt die Verminderung der Keimmenge doch entschieden in den Hintergrund. Maggiora traf in 2 m noch 42 Mill., in 3 m 20, in 4 m 17 Mill. Bacterien an, doch konnte er ein anderes Mal, wo die Oberfläche 32 Millionen enthielt, in 1 m nur 80,000, in 2 m 20,000 und in 3 m 18,000 Mikroorganismen nachweisen, also eine sehr erhebliche Abnahme feststellen.

Immerhin stehen diese Resultate der beiden Forscher wenig im Einklang mit der von Koch gefundenen und hier bestätigten Thatsache der fast völligen Keimfreiheit tieferer Bodenschichten, und wir haben schon oben gesehen, dass diese Differenz wohl auf gewisse Mängel des Untersuchungsverfahrens zurückgeführt werden darf, vermittelst dessen jene Ergebnisse gewonnen wurden.

Von vorneherein, vom Standpunkte rein theoretischer Erwägungen aus, müssen gerade die Verhältnisse, wie wir sie gefunden haben, das Verschwinden der Mikroorganismen in den tieferen Schichten des Bodens, als die natürlichsten und begreiflichsten erscheinen.

Wie die Keime auf die Bodenoberfläche gelangen, ist leicht einzusehen. Da, wo es sich um Erdreich handelt, welches sich im Bereiche menschlicher Thätigkeit befindet, werden mit den Abfallstoffen derselben nicht nur ungezählte Mengen von Bacterien, sondern auch das für diese nöthige Nährmaterial, Reste organischer Substanz u. s. f. dem Boden überliefert. Unberührtem, jungfräulichem Boden werden die Keime zunächst durch die Luft zugeführt und entweder unmittelbar oder mit Hülfe der atmosphärischen Niederschläge abgelagert. Sobald es hier dann zur Entwickelung pflanzlicher Vegetation irgendwelcher Art kommt, ist den Mikroorganismen reiche Gelegenheit zu weiterem Gedeihen geboten, und so lange der Vorrath todter, aber zersetzbarer, also nährfähiger organischer Masse nicht erschöpft ist, wird sich in den oberen Schichten des Bodens ein überaus reiches Bacterienleben entfalten, als dessen Ausdruck die vorhin mitgetheilten hohen Keimzahlen eben dieser Bodenpartien anzusehen sind.

Geht das Nährmaterial auf die Neige, oder ändern sich die im Allgemeinen einem ungestörten Bacterienwachsthum günstigen Temperatur- u. s. w. Verhältnisse an der Bodenoberfläche, so stirbt ein Theil der Mikroorganismen ab; andere aber verwandeln sich in ihre Dauerformen, um so auf bessere Zeiten zu warten, und es ist hiernach leicht begreiflich, dass die Menge der als Sporen auftretenden Bacterien von Fall zu Fall eine sehr wechselnde sein kann.

Dabei ist hier vielleicht an eine Thatsache zu erinnern, welche durch Versuche von Soyka[1] festgestellt worden ist, dass nämlich der Boden als solcher zweifellos einen begünstigenden Einfluss auf den Vorgang der Sporenbildung auszuüben vermag. Auch die nicht unbedeutende Höhe der Temperatur, welcher manche Mikroorganismen benöthigen, um zur Erzeugung von Sporen schreiten zu können, wird an der Bodenoberfläche in ausreichendem Maasse geboten, und es ist bekannt, dass die oberen Erdschichten gewöhnlich sogar erheblich höhere Wärmegrade besitzen, als zur gleichen Zeit in der angrenzenden Luft vorhanden sind.

Es erklären sich hiernach alle die Verhältnisse, welche wir bei der Untersuchung der oberflächlichen Bodenschichten gefunden haben: die Keimmenge an und für sich, der grössere Keimgehalt im Sommer, nach Niederschlägen, die häufige Wiederkehr derselben Arten.

Wollen die Mikroorganismen nun von der Bodenoberfläche nach der Tiefe vordringen, so stehen denselben für diesen Abstieg verschiedene Mittel und Wege zu Gebote. Es kann hier zunächst einmal der Einfluss der im Boden herrschenden Luftströmungen in Frage kommen; doch wird derselbe unter allen Umständen nur eine sehr nebensächliche Bedeutung beanspruchen dürfen, da es eine durch viele Versuche sicher begründete Thatsache ist, dass trockener und mehr noch feuchter Boden schon in sehr dünnen Schichten filtrirend auf bacterienhaltige Luft wirkt.

Zu berücksichtigen ist dann ferner, dass viele Mikroorganismen über die Fähigkeit der Eigenbewegung verfügen und vermittelst derselben wohl im Stande sind, kleinere Strecken zurückzulegen. Endlich wird auch durch das Wachsthum, durch die Vermehrung der Mikroorganismen als solche eine Ortsveränderung und ein langsames Vorschieben derselben veranlasst, welches sich hier und da geltend machen kann.

Doch treten alle diese Möglichkeiten an Wichtigkeit weit hinter demjenigen Factor zurück, welcher das Eindringen der Bacterien in die Tiefe gewöhnlich vermittelt, nämlich der Bewegung von Flüssigkeiten, dem Wassertransport, verursacht durch die atmosphärischen Niederschläge. Diese sind es vornehmlich, welche beim Einsickern in den Boden die demselben auflagernden Mikroorganismen mitnehmen und weiterführen, um sie mit Hülfe des immer wieder nachströmenden Zuflusses von oben in die Tiefe zu bringen. Freilich geschieht dies unter gewöhnlichen Verhältnissen nur äusserst langsam, und es ist eine erhebliche Frist nothwendig, ehe der Weg von der Oberfläche bis zu 2 oder 3 m zurückgelegt ist.

---

[1] *Fortschritte der Medicin.* 1886. Bd. IV.

Es liegen gerade über diesen Punkt Untersuchungen von Hofmann[1] vor, welche sich mit der Frage beschäftigen, wie lange Zeit irgendwelche Verunreinigungen gebrauchen, um in eine bestimmte Bodentiefe zu gelangen. Hofmann experimentirte hierbei nur mit gelösten Stoffen, welche sehr viel schneller eindringen als in Wasser suspendirte, unlösliche Theile, und er bediente sich ferner eines verhältnissmässig sehr durchlässigen Bodens von bestimmter Zusammensetzung, richtete also seine Versuchsbedingungen in jeder Weise günstig für die Abwärtsbewegung der betreffenden Substanzen ein. Trotzdem fand er, dass grosse Mengen von niederfallendem Wasser und eine nicht unbeträchtliche Zeitdauer nöthig seien, um gelösten Körpern (in seinem Falle Kochsalz) das Eindringen in grössere Tiefe zu ermöglichen. Uebertrug er die Ergebnisse seiner Versuche auf die natürlichen Verhältnisse des Leipziger Bodens, dessen physikalische Zusammensetzung, Porosität und Durchlässigkeit sowie Wassergehalt ihm genau bekannt waren und nahm er ferner die durchschnittliche Jahreshöhe der atmosphärischen Niederschläge in Leipzig (576 mm) als Maass für die Wassermenge an, welche unter natürlichen Bedingungen für den Transport der Verunreinigungen zur Verfügung steht, so konnte er feststellen, dass „würde selbst von dem niederfallenden Regen keine Spur verdampfen," doch etwa 4 Monate darüber vergehen würden, ehe solche Stoffe, welche so leicht und ohne Hinderniss durch die Poren wandern, wie eine klare Kochsalzlösung in eine Tiefe von 1 m vorgedrungen sind, $1^1/_2$ bis 2 Jahre aber, ehe die Tiefe von 3 m erreicht ist. In Wirklichkeit freilich würde sich die Frist noch erheblich dadurch verlängern, dass im Jahresmittel mindestens 33% der Niederschläge, statt in den Boden einzudringen, abfliessen und verdunsten, und so erhöht sich damit die Zeit, in welcher verunreinigende Stoffe in 3 m Tiefe gelangen werden, auf 2 bis $2^3/_4$ Jahre (letzteres für einen feinporösen, wasserreichen Boden).

Es sind diese Ermittelungen für uns von grossem Werthe, weil sie uns wenigstens einen ungefähren Aufschluss über die Art und Weise des Vordringens gelöster Stoffe in die Tiefe des Bodens zu geben vermögen und man danach wohl auch das Verhalten der Mikroorganismen unter ähnlichen Bedingungen richtig wird beurtheilen können.

Es unterliegt freilich keinem Zweifel, dass die Abwärtsbewegung der Bacterien noch auf ganz andere, erheblich grössere Schwierigkeiten stossen muss, als es unter den eben berücksichtigten Verhältnissen der Fall sein konnte. Denn die Mikroorganismen sind körperliche Elemente, welche die Poren des Bodens keineswegs so glatt passiren wie

[1] *Archiv für Hygiene.* Bd. II. S. 145 ff.

eine einfache Kochsalzlösung, bei ihrem Durchtritt durch die feineren Hohlräume vielmehr in Folge der Adhäsionskraft der einzelnen Bodenelemente etc. mannigfach festgehalten und abgefangen werden.

Sehr lehrreich sind gerade in dieser Beziehung die Erfahrungen, welche man bei der Wasserfiltration durch Sandfilter gemacht hat, da es sich hierbei im Wesentlichen um Dinge handelt, welche die grösste Aehnlichkeit mit den in Frage kommenden, natürlichen Verhältnissen im Boden besitzen. Die Sandfilter sind in der Regel so eingerichtet, dass mehrere Schichten von verschiedener Korngrösse übereinander gelagert sind, und zwar wird hierbei gewöhnlich die Anordnung beobachtet, dass die nächst höhere Schicht stets nur Elemente von einem Umfange enthält, der die Grösse der Poren der nächst niederen Lage übertrifft. Es kann demnach niemals eine Schicht in die darunter befindliche einsinken und die Hohlräume derselben verlegen, eine jede Lage dient vielmehr nur als Stütze der darüber befindlichen. Eine derartige Zusammensetzung ermöglicht begreiflicher Weise den denkbar höchsten Grad von Durchlässigkeit und wenn die oberste, feinste Schicht, wie dies meist der Fall zu sein pflegt, dann noch eine Korngrösse von etwa 0,5 mm Durchmesser aufweist, so kann es uns nicht Wunder nehmen, wenn die Filtrationsfähigkeit eines solchen Filters, zumal sehr grossen Wassermengen gegenüber, zunächst nur eine geringe ist. In der That verliert ein bacterienhaltiges Wasser bei dem Durchtritt durch die verschiedenen Sandschichten anfänglich nur einen sehr mässigen Theil seiner organisirten Beimengungen, während die grosse Mehrzahl derselben anstandslos mitgeht.

Auf natürliche Verhältnisse lässt sich freilich hieraus keine Nutzanwendung ziehen. Weder wird es sich jemals um annähernd ähnliche Wassermengen handeln — auch in Berlin beträgt die Menge der jährlichen Niederschläge nur 600 mm im Mittel — noch findet sich irgendwo ein in gleicher Weise aufgebauter Boden. Der für die hier mitgetheilten Versuche hauptsächlich maassgebende Boden vom Pfingstberg bei Potsdam zeigte sich beispielsweise von der Oberfläche bis zu 4 m im Wesentlichen gleichartig zusammengesetzt. 100 Theile enthielten im Mittel 0·4% einer Korngrösse von 2 mm und darüber, 1% von 1·25 mm, 1·4% von 1 mm, 87% von 0·5 mm und 10·2% von 0·1 bis 0·5 mm, so dass diese „mechanische Bodenanalyse“[1] einem Porenvolumen von etwa 30% entsprechen würde.

Würde man also schon hiernach die Annahme zurückweisen können, dass die Mikroorganismen den Boden in derselben Weise zu durchdringen

[1] Flügge, *Hygienische Untersuchungen.* S. 67.

im Stande seien, wie dies wohl bei den Sandfiltern der Fall ist, so macht die fortgesetzte Beobachtung gerade dieser letzteren eine derartige Anschauung erst recht hinfällig. Es zeigt sich nämlich, dass, wenn ein solches Sandfilter einige Zeit hindurch in dauerndem Gebrauche bleibt, auch das vorher durchlässigste allmählich bacteriendicht wird.

Eine genauere Untersuchung lehrt uns die Ursache dieses eigenthümlichen Verhaltens kennen. Aus dem unfiltrirten, an Verunreinigungen reichen Wasser setzt sich in den oberflächlichen Schichten des Filtersandes eine ausserordentlich dicht gefügte Lage feinster organisirter und nichtorganisirter Theilchen, eine Art Schlammdecke ab, welche nun ihrerseits im Stande ist, das Hindurchtreten kleinster körperlicher Elemente nahezu vollständig zu verhindern. Diesen bleibt jetzt für ihr weiteres Vordringen in die Tiefe vielmehr nur noch die Möglichkeit des Durchwachsens durch diese Deckhaut und des späteren Fortwucherns innerhalb des Filterkörpers übrig, und eine nicht geringe Reihe von Erfahrungen, welche bei der künstlichen Wasserfiltration gesammelt worden sind, haben uns gezeigt, dass die Bacterien unter Umständen in der That von diesem Mittel Gebrauch zu machen wissen und so allmählich in tiefere Schichten zu gelangen vermögen.

Im natürlichen Boden nun werden sich die Verhältnisse vielfach den eben geschilderten sehr ähnlich gestalten. Wenn es auch nicht zur Bildung einer solchen völlig schliessenden und räumlich auf eine dichte Lage zusammengedrängten Schlammhaut kommen mag, so häufen sich doch nach und nach gerade in den oberflächlichen Schichten die Hindernisse für eine weitere Abwärtsbewegung der Mikroorganismen in so entschiedener Weise an, verlegen sich auch die kleinsten Porenräume in so vollkommenem Maasse, und findet eine derartige Einschlämmung des Bodens durch den Regen statt, dass die Bacterien trotz des von oben immer auf's neue nachrückenden Wassers nicht mehr von der Stelle zu kommen vermögen. Der ursprünglich auch für organisirte Theile durchlässige Boden wird auf die Dauer bacteriendicht und wehrt selbst auf das erfolgreichste eine Verunreinigung seiner tieferen Lagen ab.

Es sind das Verhältnisse, welche es zunächst begreiflich erscheinen lassen, dass die höheren Bodenschichten, namentlich die etwas unterhalb der eigentlichen Bodenoberfläche in $^1/_4$ bis $^3/_4{}^m$ Tiefe gelegenen Theile ganz besonders grosse Mengen von Keimen beherbergen, denn hier ist die Stelle, wo die Mikroorganismen festgehalten und abgefangen, an der Weiterreise verhindert werden. Und andererseits wird sich ebenso ohne Weiteres hieraus die Thatsache ableiten, dass eben nach der Tiefe hin die Zahl der Bacterien abnimmt, bis sie schliesslich so gut wie völlig verschwinden.

Auch der Umstand, dass die Menge der wenigstens im jungfräulichen Boden befindlichen Mikroorganismen, wie wir vorhin gesehen haben, plötzlich, wie mit einem Schlage, ein Ende nimmt und einen ganz unvermittelten Abschluss findet, lässt sich hieraus wohl ohne allzu grosse Schwierigkeit erklären. Es bezeichnet diese Grenzlinie eben diejenige Zone, wo die Filtrationskraft des von oben einsickernden und ablaufenden Wassers von den sich summirenden Widerständen, welche die einzelnen Bodenpartikel und die theilweise verlegten Porenräume zwischen denselben leisten, endgiltig und unbedingt übertroffen wird.

Vielleicht aber ist für das Zustandekommen dieser Erscheinung auch noch ein anderer Factor von Bedeutung. Die Mikroorganismen sind belebte Elemente, deren Verhalten im Boden keineswegs mechanischen Gesetzen und rein physikalischen Bedingungen allein gehorcht, die vielmehr ihre ganz bestimmten und sehr entschiedenen biologischen Eigenthümlichkeiten besitzen und von diesen in jedem Falle abhängig sind. Nun wissen wir, dass in den tieferen Bodenschichten Verhältnisse bestehen, welche sehr wesentlich von den an der Oberfläche herrschenden verschieden sind, und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Veränderung in der Zusammensetzung der Bodenluft, die Zunahme der Kohlensäure und der Feuchtigkeit, sowie das abweichende Verhalten der Temperatur unter allen Umständen von schwerwiegendem Einfluss auf die Lebensthätigkeit der Bacterien sein muss. Die Thatsache der nachträglichen Keimvermehrung in den Proben aus grosser Tiefe wies uns darauf hin, dass die Mikroorganismen erst mit der Entfernung aus ihrer natürlichen Umgebung, mit ihrer Heraufbeförderung an die Oberfläche unter Bedingungen gelangen, welche ihnen ein ungehindertes Gedeihen ermöglichen und das nicht selten ebenda beobachtete Vorkommen von solchen Keimen, welche sich auf der Gelatine erst spät und nur zögernd zu weiterem Wachsthum entschliessen konnten, liess gleichfalls die Deutung zu, dass dieses Verhalten der Ausdruck für eine darniederliegende Lebensenergie, das Zeichen eines mehr oder minder ausgesprochenen Schwächezustandes sei.

Es lässt sich in der That durch den Versuch ganz unmittelbar feststellen, dass für eine Reihe von Bacterien und zwar insbesondere gerade für die hervorragendsten der uns bekannten Infectionserreger, die Verhältnisse in grösserer Bodentiefe wenig oder gar nicht geeignet sind. Vor allem ist schon die Temperatur in den Bodenschichten von $1^1/_2{}^m$ an abwärts in unserem Klima nur einen sehr kleinen Theil des Jahres hindurch auf einer Höhe, welche von empfindlicheren Mikroorganismen, wie beispielsweise den Bacillen des Milzbrands und der Cholera unbedingt in Anspruch genommen wird. Unter 12—14° gedeihen weder die einen noch die anderen mehr, und da diese Wärmegrade bei uns in 2—3 m nur

ganz vorübergehend erreicht werden — während der späten Sommermonate — so ergiebt sich schon hieraus ein sehr wesentliches Hinderniss für die Fortentwickelung dieser Infectionsträger, vorausgesetzt selbst, dass dieselben einmal auf diesem oder jenem Wege in diese Grundwasserregionen verschleppt sein sollten.

Im Hofe des hygienischen Instituts befindet sich ein gemauerter Kesselbrunnen, dessen Kessel einen Durchmesser von etwa $1^1/_2{}^m$ besitzt. Der Brunnen ist nach oben durch einen zweischichtigen Bohlenbelag verschlossen. Wird der Zugang zu der oberflächlichen Bretterlage geöffnet, so kann man vermittelst einer kleinen Stiege auf die zweite darunter befindliche Bretterdecke herabsteigen, um dann von hier aus durch eine andere Oeffnung in den Brunnen selbst zu gelangen und auf einer festen Leiter in denselben einzutreten.

In der seitlichen gemauerten Wand des Brunnenkessels sind nun in $1^1/_2$, 2, 3 und 4^m Tiefe — von der Oberfläche ab gerechnet — wagerechte Stollen von 1^m Länge und etwa 20^{cm} Durchmesser eingetrieben. Der letzte in 4^m Tiefe wird in Zeiten hohen Grundwasserstandes schon von dem Spiegel desselben erreicht, die übrigen münden frei in das Innere des Kessels. Jeder dieser Stollen enthält eine an beiden Enden offene Thonröhre, welche aber nach aussen — nach dem Brunnenraume hin — durch einen festen, gedrehten Wergballen und darüber durch einen genau aufsitzenden Blechdeckel verschlossen werden kann. Das Innere der Röhre ist dann von dem Verkehr mit der Aussenluft ziemlich vollkommen abgeschnitten, und werden sich hier sehr bald Verhältnisse ausbilden, welche in den wesentlichsten Punkten mit den im Boden in der entsprechenden Tiefe vorhandenen übereinstimmen.

In der That zeigte zunächst die mit dem Hygrometer ausgeführte Feuchtigkeitsbestimmung, dass die Luft in den Röhren mit Wasserdampf gesättigt ist; die nach dem Pettenkofer'schen Verfahren angestellte Beobachtung des CO_2-Gehalts wies eine deutliche Zunahme dieses Gases nach der Tiefe hin auf: am 12./V. 86 beispielsweise fanden sich in $1^1/_2{}^m$ $4{\cdot}02\,^0/_{00}$, in 2^m $4{\cdot}31\,^0/_{00}$, in 3^m $5\,^0/_{00}$ CO_2 vor; was endlich die Temperatur angeht, so kann man aus den weiter unten folgenden Zahlen ersehen, dass dieselbe sich dauernd erheblich unter der Oberflächentemperatur hielt; freilich sank sie nur selten bis auf jene Werthe herab, welche zur selben Zeit von unseren an anderer Stelle befindlichen Bodenthermometern in der gleichen Tiefe angezeigt wurden, und es beweist dies wohl, dass der Einfluss der Oberflächenluft und Temperatur doch von dem Inhalt der Röhren immerhin nicht völlig ferngehalten werden konnte. In Wahrheit werden sich die Verhältnisse für das Bacterienwachsthum in

der Bodentiefe also sicherlich noch ungünstiger gestalten, als es sich schon in unseren Versuchen feststellen liess.

In das Innere dieser Röhren wurden nämlich zu wiederholten Malen kleine Doppelschälchen mit Nähragar und nach der Esmarch'schen Methode angefertigte Gelatineröhrchen eingebracht, welche vorher mit Bacterien des Typhus abdom. der Cholera und des Milzbrands beschickt worden waren. Diese Versuche ergeben nun Folgendes:

Untersuchung vom 28. April bis 16. Mai 1886.

Typhus in $1^1/_2{}^m$ = gut gewachsen
„ in 2^m = nicht gewachsen
„ in 3^m = nicht gewachsen
Cholera in $1^1/_2{}^m$ = gut gewachsen
„ in 2^m = nicht gewachsen
„ in 3^m = nicht gewachsen

Milzbrand in $1^1/_2{}^m$ = nicht gewachsen
„ in 2^m = nicht gewachsen
„ in 3^m = nicht gewachsen

höchste Temperatur, abgelesen auf Maximalthermometern:
(in $1^1/_2{}^m = 10^0$, in $2^m = 9^0$, in $3^m = 11^0$)

Untersuchung vom 16. Mai bis 16. Juni 1886.

Typhus in $1^1/_2{}^m$ = gut gewachsen
„ in 2^m = mässig gewach.
„ in 3^m = nicht gewachsen
Cholera in $1^1/_2{}^m$ = gut gewachsen
„ in 2^m = nicht gewachsen
„ in 3^m = nicht gewachsen

Milzbrand in $1^1/_2{}^m$ = nicht gewachsen
„ in 2^m = nicht gewachsen
„ in 3^m = nicht gewachsen

Maximalthermometer:
(in $1^1/_2{}^m = 14^0$, in $2^m = 10^0$, in $3^m = 8^0$)

Untersuchung vom 16. Juni bis 26. Juni 1886.

Typhus in $1^1/_2{}^m$ = gewachsen
„ in 2^m „
„ in 3^m „
Cholera in $1^1/_2{}^m$ = gewachsen
„ in 2^m = nicht gewachsen
„ in 3^m = nicht gewachsen

Milzbrand in $1^1/_2{}^m$ = nicht gewachsen
„ in 2^m = nicht gewaschen
„ in 3^m = nicat gewaschen

($1^1/_2{}^m = 11^0$ $2^m = 10^0$ $3^m = 9^0$)

Untersuchung vom 26. Juni bis 3. Juli 1886.

in $1^1/_2{}^m$ Typhus = gewachsen Milzbrand = nicht gew. Cholera = gewachs.
in 2^m „ = „ „ = „ „ = nicht gew.
in 3^m „ = wenig gew. „ = „ „ = nicht gew.
($1^1/_2{}^m = 16^0$, $2^m = 11^0$, $3^m = 13^0$.)

vom 13./VII. bis 27./VII.

	Typhus	Milzbrand	Cholera
$1^1/_2$	gut gew.	wenig gew.	gut gew.
2	„	nicht gew.	„
3	„	„	nicht gew.

($1^1/_2{}^m = 16^0$, $2^m = 12^0$, $3^m = 12^0$.)

vom 28./VII. bis 12./VIII.

	Typhus	Milzbrand	Cholera
$1^1/_2$	gut gew.	wenig gew.	stark gew.
2	„	„	gut gew.
3	„	„	„

($1^1/_2{}^m = 16^0$, $2^m = 12^0$, $3^m = 14^0$.)

vom 23./VIII. bis 6./IX.

	Typhus	Milzbrand	Cholera
$1^1/_2$	gut gew.	gut gew.	stark gew.
2	„	sehr wen. gew.	„
3	„	nicht gew.	wen. gew.

($1^1/_2 = 18^0$, $2^m = 17^0$, $3^m = 17{\cdot}5^0$.)

vom 13./IX. bis 22./IX.

	Typhus	Milzbrand	Cholera
$1^1/_2$	gut gew.	gut gew.	gut gew.
2	„	wenig gew.	„
3	„	nicht gew.	„

($1^1/_2{}^m = 16^0$, $2^m = 16^0$, $3^m = 16^0$.)

vom 22./IX. bis 26./X.

	Typhus	Milzbrand	Cholera
$1^1/_2$	gut gew.	gut gew.	gut gew.
2	„	wenig gew.	„
3	„	gar nicht gew.	„

vom 26./X. bis 8./XI.

	Typhus	Milzbrand	Cholera
$1^1/_2$	gut gew.	wenig gew.	wenig gew.
2	„	nicht gew.	wenig gew.
3	wenig gew.	„	nicht gew.

($1^1/_2{}^m = 15^0$, $2^m = 14^0$, $3^m = 14^0$.)

Untersuchung vom 8. November bis 4. December 1886.

	Typhus	Milzbrand	Cholera
$1^1/_2{}^m$	gew.	nicht gew.	nicht gew.
2^m	nicht gew.	„	nicht gew.
3^m	„	„	„

($1^1/_2{}^m = 11^0$, $2^m = 11^0$, $3^m = 12^0$.)

Es zeigt sich also, dass der eine der drei untersuchten Infectionserreger, der Bacillus des Milzbrands nämlich, schon in 2^m Tiefe nur noch ausnahmsweise zum Wachsthum kommt, in 3^m Tiefe gar nicht mehr gedeiht und auch in $1^1/_2{}^m$ noch in der Entwickelung deutlich zurückbleibt; die Bacillen der Cholera asiatica sind etwas weniger empfindlich: während der Monate August, September, October waren auch in 3^m Tiefe noch ziemlich zahlreiche Colonieen auf den Nährsubstraten entstanden, dagegen versagten sie in den übrigen Monaten und waren vom April bis zum Juli auch in 2^m Tiefe ausgeblieben, in $1^1/_2{}^m$ fand regelmässiges Wachsthum statt. Typhus endlich hatte nur vom April bis Juni in 3^m Tiefe versagt, während er in allen übrigen Monaten eine recht kräftige Entwickelung in den Röhrchen gezeigt hat.

Es geht aus diesen Versuchen also einmal hervor, dass die drei genannten Infectionserreger sich unter den gleichen Bedingungen im Boden keineswegs gleichmässig verhalten, dass hier vielmehr sehr erhebliche Unterschiede an den Tag treten und uns auch an ihrem Theile darauf hinweisen, dass allgemeine Formeln und willkürlich aufgestellte Gesetze in der Epidemiologie zu fehlerhaften Schlüssen führen müssen, dass vielmehr bei jeder Infectionskrankheit die ganz individuelle und bis ins einzelne hinein besondere Art der Entstehung und Verbreitung für sich geprüft und erforscht werden muss.

Wir sehen, dass die Bacterien des Typhus abdom. in diesen Verhältnissen bei weitem unempfindlicher, haltbarer und ausdauernder sind als die der Cholera asiatica und diese wieder unter Bedingungen noch im Boden zu gedeihen vermögen, welche den Bacillen des Milzbrands das Wachsthum nicht mehr gestatten. Wir können beobachten, dass die Typhusbacillen den grössten Theil des Jahres hindurch in 3 m Tiefe zu leben im Stande sind, die Cholerabacillen nur noch ausnahmsweise, die des Milzbrands unbedingt nicht mehr. Auch diese Untersuchungen werden daher in uns nur die Anschauung befestigen können, dass die tieferen Schichten des Bodens für einen bevorzugten Aufenthaltsort der Mikroorganismen, für eine Brut- und Herdstätte desselben keineswegs geeignet sind.

Wenn ich demnach meinen diesbezüglichen unmittelbaren Beobachtungen in Rücksicht auf ihre nicht grosse Zahl und ihre räumliche Beschränktheit zunächst keine allgemeinere Gültigkeit zusprechen wollte, so halte ich es doch aus rein theoretischen Gründen für mindestens sehr wahrscheinlich, dass sich auch an anderen Orten meine Ergebnisse bestätigen werden. Ich glaube, dass man überall da, wo eine bacteriologische Prüfung des Bodens unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln zur Ausführung kommt, gleichfalls nur die oberflächlicheren Schichten reich an Mikroorganismen verschiedener Art, die tieferen Lagen, einschliesslich des Grundwasserbezirks hingegen keimarm oder sogar keimfrei antreffen wird.

Eine Ausnahme hiervon werden natürlich alle diejenigen Fälle machen, in welchen in der Tiefe selbst eine Quelle der Verunreinigung besteht, oder durch die Hand des Menschen die natürlichen Verhältnisse des Bodens allzu gewaltsam umgestaltet sind.

Aber hiervon abgesehen müssen wir uns doch wohl mit der Anschauung befreunden, dass die tieferen Lagen des Bodens der Mikroorganismen fast völlig entbehren und es kann nicht ausbleiben, dass diese Thatsache auch auf manche andere bisher gültige Annahme von Einfluss sei. Es ist hier nicht der Ort, ausgedehnte theoretische Erörterungen an

die mitgetheilten Befunde anzuknüpfen; ich will nur daran erinnern, dass die Beziehungen zwischen Grundwasser und Epidemien, wenn solche ausser in den statistischen Aufstellungen der Localisten überhaupt vorhanden sind, wieder um ein Stück an Bedeutung verlieren müssen. Denn wenn das Grundwasser von den eigentlich Bacterien führenden Bodenschichten durch einen so weiten Abstand geschieden ist, so kann in der That die Einwirkung des wechselnden Grundwasserstandes auf die Infectionserreger nur ein im höchsten Maasse mittelbarer und wenig gegenständlicher sein.

Auch die Vorgänge der Nitration und Nitrification, welche man nach den bekannten Untersuchungen von Schlösing und Müntz als gebunden an die Anwesenheit von Mikroorganismen ansah, können nach diesen Befunden kaum noch so durchgängig von der Thätigkeit der Bacterien abhängig gemacht werden, da sonst die tieferen Bodenschichten ja der nothwendigen Zersetzung der höheren Stickstoffverbindungen u. s. f. völlig entbehren müssten. Es sind aber hier vielleicht die Mittheilungen von B. Frank[1] zu erwähnen, der auch in völlig bacterienfreier Erde noch die Fähigkeit vorhanden fand, eine umfangreiche Nitrification einzuleiten.

In Wahrheit ist eine nicht unbedeutende Reihe von Fragen durch die Feststellung des einfachen Thatbestandes, dass die Bacterien in den tieferen Erdschichten völlig zu fehlen vermögen, erst aufgeworfen worden. Es würde der vorliegenden Arbeit eigentlichen Werth verleihen, wenn dieselbe hier und da die Anregung zur Nachprüfung und Vervollständigung dieser Befunde geben sollte.

---

[1] *Tageblatt der 49. Naturforscherversammlung.* S. 289.

WELLCOME
LIBRARY
INSTITUTE